

2021년

풍력발전 O&M단계 작업자 안전작업지침



한국에너지공단

2021년

풍력발전 O&M단계 작업자 안전작업지침



한국에너지공단
KOREA ENERGY AGENCY

버전	날짜	변경내용	비고
0	2021.12.15	초판발행	
<div>작성 :</div> <div><div>풍력발전추진지원단</div><div>유휘종 단장 박성우 부단장 사업지원팀 한명규 팀장 사업지원팀 김세진 전문관</div><div>한국선급</div><div>시스템안전연구팀 박진호 책임연구원 시스템인증원 송권식 수석연구원 시스템인증원 남현우 책임연구원</div></div>			
<div>검토 :</div> <div>전창용 울산대 ICT 융합안전연구센터 오현열 두산중공업 과장 차강원 두산중공업 대리</div>			
<div>「풍력발전 O&M단계 작업자 안전작업지침」은 매년 개정할 예정이며, 개정 또는 보완해야 할 사항이 있으시면 아래 연락처로 연락주시기 바랍니다. 연락처 : 풍력발전추진지원단 042-360-8422 또는 한국선급 박진호 책임연구원 safewindkorea@gmail.com</div>			

머 리 말

본 지침은 2021년 한국에너지공단 풍력발전 추진지원단의 지원으로 풍력산업의 안전을 제고하기 위하여 개발하였다.

본 지침은 풍력발전단지의 시설물, 장비 등의 안전을 다루는 일반안전(General Safety)이 아닌, 작업자(근로자)의 안전을 다루는 산업안전(Occupational Safety)을 대상으로 하였다.

풍력발전 O&M단계에서 작업자의 안전을 위하여 작업자가 작업 중 지켜야 할 내용(풍력발전 O&M단계 작업자 안전작업지침)과 관리자가 취해야 할 내용(풍력발전 O&M단계 관리자 안전관리지침)으로 구성되어 있다.

본 지침의 적용여부는 법적 의무에 해당하지는 않으며, 활용한다고 해서 법적 책임을 면책받는 것은 아니다. 풍력발전단지 운영자는 풍력발전기 제작사에서 제공한 자료를 최우선적으로 적용하여야 하고, 부족한 부분에 대해서는 이 지침을 기반으로 위험성평가 등을 통하여 현장여건 및 법적 요구사항을 검토 및 보완하여 운영하여야 한다.

목 차

1 개요	1
1.1 주의사항	1
1.2 적용범위	1
1.3 약어	1
1.4 용어정의	3
2 기본안전수칙	10
2.1 기본원칙	10
2.2 단지운영자 (안전보건관리책임자)	10
2.3 현장관리자 (관리감독자)	10
2.4 작업자	11
2.4.1 기본원칙	11
2.4.2 기본 숙지사항	12
2.4.3 건강	12
2.4.4 발전기 작업시	12
2.4.5 기타사항	13
2.5 2 인 팀	13
2.6 단독작업	14
2.6.1 허가가 필요없는 단독작업	14
2.6.2 허가가 필요한 단독작업	14
2.6.3 단독작업 안전작업지침	14
2.7 정리정돈	15
2.8 통신	16

2.9 교육	17
2.10 인력운반	19
2.11 위험성평가 (RA, Risk Assessment)	23
2.12 방문자	23
2.13 안전보건표지	26
3 작업준비 및 작업종료	27
3.1 툴박스미팅 (TBM)	27
3.2 작업허가서	30
3.3 현장 접근	30
3.4 작업표시	30
3.5 유해에너지 제어 및 LOTO	31
3.6 작업종료시	32
4 풍력발전기 등반	33
4.1 기본원칙	33
4.2 현장관리자 (관리감독자)의 책임	33
4.3 낙하물 주의사항	33
4.4 사다리를 이용한 접근 등반	35
4.5 서비스리프트 사용	36
4.6 비상 하강	37
4.7 비상대응준비	37
5 풍력발전기 작업	39
5.1 전기적 안전	39

5.2 기계적 안전	39
5.2 유해에너지 관리	39
5.4 나셀 내부 작업	39
5.5 허브 내부 작업	40
5.6 블레이드 내부에서의 작업	40
5.7 나셀 외부에서의 작업	40
6 기상조건	46
6.1 기본원칙	46
6.2 역할과 책임	46
6.2.1 현장관리자(관리감독자)	46
6.2.2 작업자	47
6.3 풍속 조건	48
6.3.1 유지보수 작업시 풍속	48
6.3.2 해상작업시 풍속	49
6.4 고온 조건	51
6.4.1 기본원칙	51
6.4.2 열사병 예방 원칙	53
6.4.3 고온조건에서 발전기 및 야외 작업시 예방조치	54
6.4.4 맑은 날씨에서 야외 작업시	55
6.4.5 응급조치 요령	55
6.5 저온 및 결빙 조건에서의 작업	56
6.5.1 기본원칙	56
6.5.2 저체온증 예방	56
6.5.3 현장관리자(관리감독자) 유의사항	57
6.5.4 작업자 유의사항	59

6.5.5 폭설 및 결빙시	60
6.5.6 발전기 부품 야외 보관시	61
6.6 낙뢰	62
6.6.1 풍력발전기 유지관리중 낙뢰시	62
6.6.2 풍력발전기 안전구역 설정	63
6.6.3 해상에서 낙뢰시	63
6.7 가시거리 미확보시	65
6.7.1 야간작업	65
6.7.2 안개시	66
6.8 강우 및 강설	66
7 개인보호구	68
7.1 기본원칙	68
7.2 역할과 책임	68
7.2.1 현장관리자 (관리감독자)	68
7.2.2 작업자	69
7.3 개인보호구의 선정	69
7.4 기본 개인보호구	72
7.4.1 안전모	72
7.4.2 눈 보호구	74
7.4.3 안면 보호구	75
7.4.4 청력 보호구	76
7.4.5 호흡 보호구	77
7.4.6 손 보호	77
7.4.7 작업복	79
7.4.8 안전화	80
7.5 개인 추락 방지 장비(PFPE)	80

7.5.1 기본원칙	81
7.5.2 안전그네식 안전대(full-body harness)	81
7.5.3 충격 흡수 침줄(lanyard)	82
7.5.4 위치확보 로프	83
7.5.5 와이어 또는 레일 시스템용 추락 방지기	84
7.5.6 개폐식 침줄(lanyard)	84
7.5.7 앵커 포인트(Anchor points)	85
7.6 해상작업	85
7.6.1 구명조끼	85
7.6.2 개인 위치 신호기 (PLB, Personal Locator Beacon)	86
7.6.3 방수복(Immersion Suit)	87
7.7 위험성 평가	89
8 유해에너지 관리	90
8.1 기본원칙	90
8.2 위험에너지 관리	91
8.2.1 위험에너지 관리의 실행	91
8.2.2 잠금장치·표지의 해제	94
9 고소작업	95
9.1 기본원칙	95
9.2 현장관리자(관리감독자)의 책임	95
9.3 작업자 주의사항	96
10 밀폐공간	97
10.1 기본원칙	97
10.2 역할 및 책임	97

10.3 공기 모니터링	98
10.3 탈출/대피/구조 (EER)	98
10.3.1 구조계획	98
10.3.2 구조 연습	99
11 양중작업	100
11.1 기본원칙	100
11.2 관리자의 책임	101
11.3 위험성 평가(RA)	101
11.4 양중 작업	101
11.4.1 중량물 인양계획서 작성	101
11.4.2 의사소통	101
11.4.3 양중 장비	102
11.4.4 호이스팅 도구	103
12 화기작업	110
12.1 기본원칙	110
12.2 현장에서 화기작업 수행	110
12.3 화재감시자 임무	110
13 화재예방	112
13.1 기본원칙	112
13.2 현장관리자 (관리감독자)	112
13.3 작업자	112
13.4 연료, 디젤 및 휘발유	113
14 전기적 안전	115

14.1 기본원칙	115
14.2 전기 안전 작업 조건	116
14.3 통전 전기 장비 작업	118
14.4 통전 육안 검사	118
14.5 잠금표지장치(LOTO)	119
14.6 일반 작업 조건	119
14.7 고전압 작업 시 주의사항	119
14.8 아크 플래시 유해·위험요인 및 보호	120
14.9 개인보호구	120
14.10 작업공구	120
14.11 송변전설비 기기조작 일반	121
14.12 기타 전기안전	124
14.12.1 전기기계, 기구 등으로 인한 위험방지	124
14.12.2 배선 및 이동전선으로 인한 위험방지	125
15 기계적 안전	127
15.1 기본원칙	127
15.2 역할과 책임	127
15.3 회전 부품 관련 작업 지침	127
15.4 기계식 로터 잠금 장치 사용	128
16 화학적 안전	130
16.1 기본원칙	130
16.2 역할과 책임	130
16.3 개인보호구	131

16.4 보관	131
16.5 폐기	132
16.6 유출	132
17 공구안전	133
17.1 기본원칙	133
17.2 역할과 책임	133
17.2.1 현장관리자(관리감독자)	133
17.2.2 작업자	133
17.3 공구 및 기타 장비	134
17.3.1 전기, 공압 및 유압 공구	134
17.3.2 사다리	136
17.3.3 비계	136
17.3.4 압축 공기/가스 실린더	137
18 차량 및 중장비 운영	139
18.1 기본원칙	139
18.2 역할과 책임	139
18.2.1 현장관리자(관리감독자)	139
18.2.2 작업자	139
18.3 중장비	140
19 해상안전	142
19.1 기본원칙	142
19.2 역할과 책무	142
19.3 항만 이용	144
19.4 항해	145

19.5 하부구조물 환승 및 진출입	146
19.6 기타해상작업	148
19.6.1 해상 크레인 작업	148
19.7 개인보호구	148
19.8 비상대응준비	149
19.9 기상조건	150
A 비상대응조치	151
A.1 일반비상절차	151
A.2 발전기의 화재	153
A.2.1 기본판단	153
A.2.2 대응절차	153
A.3 과속 발전기	155
A.4 파편 분리	156
A.5 저체온증을 앓고 있는 사람	157
A.6 화학 물질 또는 위험한 유출	158
A.6.1 토양에 대한 영향	158
A.6.2 수역에 대한 영향	159
A.7 나셀에서 대피	160
A.8 나셀에서 비상하강	161
A.9 산불 발생시 (산악지역 풍력발전단지)	163
A.10 헬리콥터 대피	164
A.10.1 헬리콥터 구조요청	164
A.10.2 표준 SAR 헬리콥터 구조를 위한 준비	164
A.11 익수자 (MOB, Man overboard)	166

A.11.1	항만 및 정지된 선박에서 익수자 발생	166
A.11.2	항해중 익수자 발생	166
A.12	선박 좌초	170
B	응급처치	172
B.1	응급처치의 정의	172
B.2	응급처치의 목적	172
B.3	응급처치의 훈련	172
B.4	응급처치의 일반적 원칙	172
B.5	출 혈	173
B.6	심폐소생술	178
B.7	골절	182
B.8	탈 구	183
B.9	염 좌	184
B.10	화 상	184
B.11	열에 의한 손상	186
B.12	쇼 크	189
B.13	눈의 상처	190
B.14	신체의 일부가 완전 또는 부분 절단된 경우	191
B.14.1	신체의 일부가 완전 절단	191
B.14.2	신체의 일부가 부분적으로 절단	192
B.15	나무 등에 깔린 경우의 응급처치	192
B.15.1	사지의 골절	192
B.15.2	척추 손상	192
B.15.3	흉부 손상	193

B.15.4 두부 손상	193
B.16 환자의 운반	193
B.17 동물 교상	194
B.18 유해 식물 (울과 나무)	197
B.19 응급치료 기자재의 비치와 관리	198

1 개요

1.1 주의사항

본 안전작업지침은 풍력발전단지에서 작업 중에 발생할 수 있는 안전사고를 예방하기 위하여 준수하여야 할 사항을 명기하였다.

풍력발전기 개별 모델의 특징을 반영하지 않았다.

따라서 사항에 대해서는 다음과 같은 우선순위를 가진다.

- ① 산업안전보건법(법, 시행령, 시행규칙)을 비롯하여 작업 또는 시설과 관련된 법에서 요구하는 사항
- ① 풍력발전기 시스템사에서 제공한 안전작업지침
- ① 본 지침

1.2 적용범위

이 매뉴얼은 풍력 발전기와 관련된 다음 활동에 대한 일반적인 직업 보건 및 안전 요구조건을 설명한다.

- 설치된 풍력 발전기의 시운전.
- 풍력 발전기의 운전.
- 풍력 발전기 유지관리.
- 부품의 수리 및 교체.
- 발전기 구성요소의 설치.

1.3 약어

ANSI	미국 국립 표준 연구소 (American National Standards Institute)
COLD	덥고, 발한을 막고, 여러 겹으로 입고, 건조하게 (Cover, overexertion, layers, and dry)
COSHH	건강유해 화학물질 작업관련 관리규정 (Control of Substances

	Hazardous to Health)
dB(A)	음압에 대한 음향 참조 (An acoustic reference for sound pressure)
EER	탈출, 대피 및 구조 (Escape, Evacuation & Rescue)
EN	유럽 표준(표준) (European Norm)
ERCoP	비상대응협력계획 (Emergency Response Cooperation Plan)
ERP	비상대응계획 (Emergency Response Plan)
GWO	세계풍력기구 (Global Wind Organisation)
HSE	보건, 안전 및 환경 (Health, Safety & Environment)
IDLH	생명이나 건강에 대한 즉각적인 위험 (Immediate Danger to Life or Health)
ISO	국제표준기구 (International Standard Organisation)
JSA	작업안전분석 (Job Safety Analysis)
LCTU	낙뢰 전류 전송 장치 (Lightning Current Transfer Unit)
LEL	폭발 하한 (Lower Explosive Limit)
LOTO	잠금표지장치 (Lockout-Tagout)
PFPE	개인 추락 방지 장비 (Personal Fall Protective Equipment)
PPE	개인보호구 (Personal Protective Equipment)
RA	위험성 평가 (Risk Assessment) (Risk Assessment)
RCD	잔류 전류 장치 (Residual current device)
SDS	안전 보건 자료 (Safety Data Sheet)
SWI	서비스 작업 지시 (Service Work Instruction)
SWL	안전 작업 하중 (Safe Working Load)
WKI	작업 지시 (Work instruction)

1.4 용어정의

적격자 (Competent person)	<p>다음과 같은 사람을 지칭한다.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 업무 수행을 위한 지식, 훈련 및/또는 경험을 가지고 있고, • 작업에 적용되는 보건 및 안전 규정을 숙지하고 있고, • 작업장에서 보건 또는 안전에 대한 잠재적 또는 실제 위험에 대한 지식을 가지고 있다.
현장관리자 (관리감독자)	풍력발전단지내 작업을 총괄하고 책임지고 있는 사람
접근 (Access)	미리 지정된 경로를 통해 작업자가 이동하는 것을 말한다. 공구 및 부품 등의 운송도 고려되어야 한다.
탈출(Escape)	사전에 지정된 접근 경로/시스템을 사용할 수 없을 때 비상 상황에서 풍력발전기를 떠나는 과정을 말한다. 풍력발전기에서 빠져나오는 최후의 수단이다.
대피 (Evacuation)	사전에 지정된 접근 경로/시스템을 사용할 수 있을 때 비상 상황에서 풍력발전기를 떠나는 과정을 말한다.
구조(Rescue)	풍력발전기에서 부상자를 구출하는 것을 말한다.
과속(Runaway, overspeed)	안전시스템이 풍력발전기를 작동을 차단하지 못하고 드라이브 트레인의 회전을 제어할 수 없어 블레이드 및 구동계열이 지정된 속도 이상의 과속으로 운전되는 상황을 말한다.
잠금장치 및 표지판(LOTO, Lockout -Tagout)	Lockout-Tagout은 일련의 물리적 잠금 및 경고 태그를 사용하여 전기 또는 기계 장치에 접근하거나 전원을 공급할 수 없도록 하는 안전 절차이다. LOTO는 산업 및 연구 환경에서 유지보수 또는 서비스 작업이 완료되기 전에 위험한 기계가 적절하게 차단되고 다시 시작되지 않도록 하는 데 사용된다.
잠금 (Lockout)	잠금장치를 제거하기 전까지는 기기 등이 가동될 수 없도록 통제하고 에너지 차단을 확보하도록, 절차에 따라 에너지 차단장치에 잠금장치를 설치하는 조치나 행위
표지부착 (Tagout)	표지를 제거하기 전까지는 가동하지 않도록 에너지 차단장치와 기기가 통제되고 있음을 나타내기 위하여, 절차에 따라 에너지 차단장치에 표지를 부착하는 조치나 행위를 말한다.
에너지 차단 장치 (Energy-Isolating Device)	에너지의 전달이나 방출을 차단하는 장치. 즉, 전기차단기·단로기 등과 같이 전기회로를 분리시키는 스위치를 수동으로 작동시키는 것으로 에너지를 막거나 분리시키는 데 사용하는 장치를 말한다. 다만, 누름 버튼, 선택 스위치 등 제어회로 형태의 장치는 에너지차단장치에 포함되지 않는다.
충력	에너지원에 연결되어 있거나 잔류 또는 저장된 에너지를 포함하

(Energised)	고 있는 상태.
활선 (Live circuit/system)	장치 및/또는 구성요소에 전압(전기)이 흐르는 상태를 말한다.
사건(Incident)	예측가능하고 예방할 수 있는 부상, 질병 사망 유발하는 현황
사고(accident)	무작위적이고 예방할 수 없는 부상, 질병 사망 유발하는 현황
환경사고 (Environmental accidents)	다음에 영향을 줄 수 있는 위험 물질의 우발적이면서 수습불가능한 방출: <ul style="list-style-type: none"> • 보건 • 토양 (Land) • 초목 (Vegetation) • 수역 (Water bodies) • 지하수
화기작업 (Hot work)	자격을 갖춘 직원이 수행하는 용접, 금속 절단 또는 연소 작업.
화재 감시자 (Fire watch)	실제 용접, 금속 절단 또는 연소 작업을 관찰하여 작업 현장에 화재가 없는지 확인하는 사람.
운영가능 (Serviceable)	손상이나 결함이 없이
운영불가 (Unserviceable)	손상 또는 결함이 있는
잔류 전류 장치 (Residual current device)	위상과 중성의 전류값의 차이를 감지하고 균형이 맞지 않으면 회로 및/또는 시스템의 연결을 끊는 전기 장치.
스필 키트 (Spill kit)	화학물질 유출을 흡수하고 오염된 토양을 저장하는 데 사용할 수 있는 재료.
단독작업	작업자(기술자)가 발전기 내부나 풍력 발전기 인근(타워 하단부)에서 작업하는 유일한 사람인 경우. 풍력 발전기 내에서 혼자 일하는 작업.
앵커(anchor)	줄 또는 사람의 연결을 위한 설치물 또는 장소
등강기 (ascender)	특정 종류 및 지름의 줄에 부착되어 하중이 걸렸을 때 한 방향으로 고정되고 반대 방향으로 자유롭게 이동시킬 수 있는 로프 조정장치 비고 일반적으로 작업 줄을 따라 올라가거나 작업 줄에 대해서 작업자의 위치를 바꿀 때 사용한다.
보완 장비	특정 종류와 지름의 안전 줄에 대해서, 작업자의 위치를 바꾸거

(back-up device)	나 안전 줄의 길이를 조정하고 추락사고와 같이 한 방향으로 갑작스런 하중이 걸릴 때 안전 줄에 자동적으로 고정되거나 점진적인 이동만 가능하게 하는 로프 조정장치
빌레이(belay)	작업자가 갑작스런 움직임 또는 추락을 경험할 때 제동장치 역할을 하는 것으로 러닝 로프(running rope)를 마찰로 제어하는 장치가 있는 시스템.
적격 (competent)	적절히 훈련되었거나 지식 및 실전 경험이 있어 요구되는 직무를 잘 수행할 수 있는 상태
하강기 (descender)	특정 형태 및 지름의 줄에 연결했을 때 작업자가 하강 제어를 할 수 있도록 수동으로 작동되는 마찰에 의한 로프 조정 장치 비고 일반적으로 작업 줄을 내리거나 작업 줄에 대해서 작업자의 위치를 제어할 때 사용한다.
출입 금지 구역 (exclusion zone)	적당한 보호장비가 없으면 작업자를 위험 지역에 들이지 않거나, 일반 사람들을 위험지역과 로프 접근 장비 사용지역에 들어가지 못하도록 명시한 구역
리드 클라이밍 (lead climbing)	고정된 줄에 의존하지 않고, 작업자가 구조물에 의지하고 선두작업자가 진행할 때 두 번째 작업자가 중간 앵커에 통과시킨 줄을 공급하거나 제어하는 안전 줄에 의해 보호되는 진행하는 방법 비고 안전 줄은 제한된 힘으로 추락을 저지할 수 있도록 독립적으로 고정시킨 추락 방지/빌레이 시스템에 연결된다.
줄(line)	믿을 수 있는 앵커에 최소한 한 쪽 끝이 연결되어서, 다른 장치와 결합된 멜빵(harness)을 장착한 작업자를 지탱하거나, 제약을 가하거나 또는 다른 보호 수단을 제공하는 길이가 긴 섬유 로프나 웨빙, 금속 와이어 로프 또는 체인 비고 줄은 작업 줄 또는 안전 줄이 될 수 있다.
로프 접근 (rope access)	로프를 사용하는 기술로, 작업 장소 출입을 위해서 그리고 작업 위치 제어를 위해서 다른 장치와 결합한 멜빵을 사용하며 일반적으로 두 개의 개별적으로 고정된 로프를 사용하는데, 그 중 하나는 접근 수단이고 또 하나는 보조 안전수단이다.
안전 줄 (safety line)	일차 위치 고정 수단인 작업 줄, 앵커 또는 위치제어 장치가 작동하지 않거나 작업자가 미끄러질 경우 추락 방지를 위한 보호 수단으로 제공되는 줄 비고 "보조 로프" 또는 "보조 줄"로도 알려져 있다.
관리자 (supervisor)	특정 작업장에서 로프 접근 작업의 안전 시스템의 실행 및 관리 감독 책임을 질 자격이 있는 사람
횡 이동 (traversing)	일반적으로 리드 클라이밍 또는 에이드 클라이밍 또는 트래버스 로프나 폴리 시스템(pulley system)을 사용하는 대체적으로 수평 방향의 진행

작업 줄 (working line) 줄	주로 작업 위치제어나 하강 및 등강 또는 고정을 위해 사용되는 줄
작업 위치제어 (work positioning)	개인 보호 장비에 의해서 줄로 고정되거나 또는 매달린 상태로 있는 작업자가 높은 곳으로부터 추락하는 것을 방지하거나 제한할 수 있게 해주는 기술
워크시트 (workseat)	로프 접근 작업자의 편의를 위해 제공되는 앉을 자리로, 보조 추락 방지 시스템의 일부분이 아니며 작업 줄에 매달려 있는 시트
저체온증	임상적으로 중심체온(심부체온)이 35℃ 이하로 떨어진 상태로 생명에 치명적인 상태
일사병 (heat exhaustion)	고온의 환경에 장시간 노출됨에 따라 신체의 온도가 37-40도까지 오르면서 발생하게 되는 질환으로 땀으로 빠져나간 수분 및 염분을 충분히 보충하지 못해 발생하며 주로 어지럼증과 두통, 구역질 등 탈진과 유사한 증상을 보인다.
열사병 (heat stroke)	일사병과 동일하게 고온의 환경에 장시간 노출되면서 발생하는 질환으로 체온 조절을 담당하는 중추 신경계가 망가져 체온이 지속적으로 오르는 병
개인보호구 (Personal protective equipment)	작업장에서 예상되는 유해·위험요인(hazard)을 최소화하는 데 사용되는 적절하고 승인된 보호구(예: 눈 보호, 청력 보호, 안전그네식 안전대 등).
앵커 포인트	추락방지장비용 연결장치(뿔줄(lanyard))를 부착하는 데 사용되는 지점 또는 구조물. 지정된 앵커 포인트는 노란색으로 칠해져 있다. 구조용 빔 또는 영구적으로 설치된 부품(예: 크레인 갤러리 지지 빔, 기어박스, 발전기 등)와 같은 지정된 장비에서는 특정부위를 PPE 슬링과 연결된 앵커 포인트로 사용할 수도 있다.
지정된 앵커 포인트	풍력 발전기 설명서 또는 기타 지침에서 지정된 신뢰할 수 있는 앵커 포인트
신뢰할 수 있는 앵커 포인트	PFPE용 연결장치(예: 앵커 커넥터, 추락 방지 장치)를 부착할 수 있는 구조물에 영구적으로 고정된 요소.
EN 표준	유럽 표준(European Norm)
사용 전 확인 (Pre-use check)	장비가 사용하기에 안전한지 결정하기 위해 사용자가 수행하는 장비 검사.
밀폐공간 (Confined spaces)	<ul style="list-style-type: none"> • 밀폐되거나 부분적으로 밀폐되고, • 지속적인 사람이 거주하지 않고, • 응급 처치, 대피, 구조 또는 비상대응을 시행하는 것을 복잡하게 할 수 있는 제한된 출입 수단이 있고

	<ul style="list-style-type: none"> • 작업자가 작업을 수행할 수 있을 만큼 충분히 크다.
진입 허가가 필요한 밀폐공간	<p>심각한 부상이나 사망을 초래할 수 있는 잠재적 유해·위험요인(hazard)이 있는 밀폐된 공간.</p> <p>여기서 밀폐란:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 유해대기(hazardous atmosphere)가 포함되거나 포함될 수 있거나 • 진입자(Entrant)를 집어 삼킬 수 있는 재료가 포함되거나 • 갇히게 하거나 질식사시킬 수 있는 내부 구조와 진입자(Entrant)가 있거나 • 기타 인정된 심각한 안전 또는 보건 유해·위험요인(hazard)이 존재하는 공간
출입 허용 조건	<p>허용 가능한 진입이 허용되는 조건은 최소한 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 밀폐공간 유해·위험요인 평가(Confined Space Hazard Assessment)에서 요구하는 경우, 공기질 시험을 수행한 결과 수용가능한 결과가 나오고 문서화된 허가증이 있는 경우 • 공간이 격리되었다(LOTO). • 응급구조대(들)/구조팀을 소집할 수단이 수립됨. 및 • 출입 관리자(Entry Supervisor), 수행원(Attendant) 및 진입자(Entrant)의 적절한 교육 시행
출입 관리자(Entry Supervisor)	출입 허용 조건을 결정하고 입출입 작업을 감독할 책임이 있는 사람
수행원(Attendant)	밀폐공간 외부에 상주하여 진입자(Entrant)를 모니터링하고 비상 상황 발생 시 비상대응계획을 실행할 수 있는 작업자
진입자(Entrant)	밀폐 공간 위험에 대해 승인받고 교육받아 밀폐 공간에 들어갈 사람
휩쓸림(Engulfment)	곡물 저장고, 액체 충전 탱크, 발전기 댐퍼 탱크 등에서와 같이 호흡계를 채우거나 막음으로써 사망을 유발할 수 있는 액체 또는 (유동성) 고체 물질로 진입자(Entrant)를 둘러싸고 효과적으로 포착하거나 신체에 충분한 힘을 가하여 질식, 수축 또는 갇힘이 발생할 수 있는 상태
잠입(Entrapment)	벽이나 구조물이 좁은 병목구간(pinch point)가 있어 탈출을 어렵게 만드는 지역. 예: 블레이드
유해대기(Hazardous Atmosphere)	<p>다음 사항에 노출될 경우 진입자(Entrant)가 사망, 무력화, 자력구조(self-rescue) 불능, 부상 또는 급성 질병의 위험이 있는 유해대기를 말한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • LEL의 10%를 초과하는 가연성 가스, 증기 또는 미스트; • 공기 중 가연성 분진이 LEL이거나 초과한다. 또는 • 19.5% 미만 또는 23.5% 이상의 산소 함량. • 생명이나 건강에 즉각적인 위험(IDLH, Immediately

Dangerous to Life or Health)

생명이나 건강에 즉각적인 위험 (IDLH, Immediate Danger to Life or Health)	생명에 즉각적이거나 지연된 위협을 가하거나 돌이킬 수 없는 건강에 악영향을 미치거나 사람이 공간에서 도움 없이 탈출하는 능력을 방해하는 유해대기. 작업자는 IDLH로 간주되는 공간에 절대 들어가지 않는다.
유해위험요인 평가 (Hazard assessments)	실제 또는 잠재적 유해·위험요인(hazard)을 결정하기 위해 모든 공간에서 수행해야 한다. 유해·위험요인 평가는 지식이 있는 사람이 수행해야 하며 해당공간이 있어야 하고, 인식된 위험 요약 및 유해·위험요인 제어 절차 목록이 있어야 한다.
잔류 위험성 (Residual Risk)	통제 후 남은 위험성(순 위험성 또는 통제 후 위험성)
전기적으로 안전한 작업 조건	위험 에너지 통제 프로그램(Control of Hazardous Energy Program)에 따라 전기 도체 또는 회로 부품이 통전된 부품에서 분리되고 저장된 에너지가 소산되고 잠금장치로 잠기고 표지가 부착된 상태, 전압이 없는 것이 확실히되고 필요한 경우 접지된 상태
잔류 전류 장치 및 지락 차단기 (Residual current device & Ground-Fault Circuit Interrupter)	접지 전류가 클래스 A 장치에 대해 설정된 값을 초과할 때 정해진 시간 내에 회로 또는 그 일부의 전원을 차단해 사람을 보호할 수 있는 장치이다. 클래스 A 지락 회로 차단기는 접지 전류가 6mA 이상일 때 트립되고 접지 전류가 4mA 미만이면 트립되지 않는다. 이는 트립 전류가 10-100mA인 RCD(Residual Current Device)와 유사한다.
위험물 (Dangerous goods)	위험물 운송에 대한 유엔 정의에 따라 위험물로 운송되는 위험 물질, 혼합물 또는 물질.
회전 부품 (Rotating parts)	자체가 회전하거나 다른 부품을 회전 또는 이동시킬 수 있는 발 전기 구성요소.
크레인 운전자	훈련되고 인증된 크레인 운전자.
리거(Rigger)	화물을 부착 및 분리하고 리프트 계획에 따라 올바른 리프팅 장비를 사용하는 사람.
신호수(Slinger / Banksman /	크레인 운전자에게 다양한 통신(무선 및/또는 수신호)을 사용하여 크레인의 작동 또는 이동을 지시하는 사람.

Signal person)

위험 지역	제어되지 않은 상태에서 움직이고 있는 중량물에 의해 영향을 받을 수 있거나 매달린 중량물의 아래에 위치한 영역.
리프팅 아이	핀, 갈고리, 밧줄 등을 삽입하기 위한 원형 구멍(또는 '아이(eye)')
양중 액세서리 (Lifting accessory)	인양기계의 필수 부품이 아닌 부품 또는 장비로, 기계와 하중 사이 또는 하중 자체에 배치되어 중량물을 권상할 수 있다.
중량물	양중 액세서를 포함하여 인양기계에 직간접적으로 부착된 모든 품목.
플랜트	도로 건설 등 산업에서 사용되는 크고 무거운 기계 또는 차량.
매달린 중량물 (Supported load)	인양기계에 부착되고 완전히 지지되지만 영구적인 위치에 고정되지 않은 모든 중량물.
수급인 (Contractor)	법적 계약을 통해 직원을 고용하여 풍력발전단지를 위한 활동/작업을 완료하는 회사.
관계수급인 (Subcontractor)	풍력발전단지를 위한 활동/작업을 수행하기 위해 직원을 참여시키는 풍력발전단지와 법적 계약을 맺고 수급인이 고용한 회사

2 기본안전수칙

2.1 기본원칙

- 모든 작업자는 안전과 관련해서 타협하지 않는다.
- 작업팀은 한국어가 능통한 자가 2인 이상 포함되도록 구성한다.
- **본 안전작업지침은 가동을 정지하고 에너지를 소산시킨 풍력발전기에서 작업하는 것을 대상으로 한다. 가동중이거나 에너지가 소산되지 않은 풍력발전기에 대해서는 적용해서는 안된다.**
- 유지보수작업은 해당 부품 또는 파트에 대하여 단독으로 시행하며 2가지 부품이나 파트에 대해서 동시에 작업을 시행하지 않는다. 또한, 상부 나셀에서 작업시 타워 하단에서는 작업을 수행하지 않는다.

2.2 단지운영자 (안전보건관리책임자)

단지운영자(안전보건관리책임자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 이 지침에 명기된 요구조건이 현장에서 반영되는지 확인한다.
- 책임과 의무를 수행하기 위해 적절한 자원과 지원을 제공한다.
- 이 지침을 매년 검토하여 개정되도록 한다.
- 작업장을 적절한 방법으로 감독한다.
- 현장관리자(관리감독자)를 임명한다.
- 법적 및 내부 요구조건을 모두 준수하는지 확인한다.
- 안전 프로세스에 협력업체의 참여를 보장한다.
- 풍력발전단지에 대해 정기적인 안전 점검을 실시하여 절차와 규칙이 준수되고 있는지 확인하고 개선점을 발굴·조치한다.

2.3 현장관리자 (관리감독자)

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 모든 작업자 및 직원의 보건 및 안전을 보호하기 위해 예방 조치를

취해야 한다.

- 작업 현장의 모든 보건 및 안전 문제를 단지운영자 (안전보건관리책임자)에게 보고한다.
- 작업자가 안전작업지침을 준수토록 하고 지속적으로 개정한다.
- 현장에서 근무하는 작업자와 직원이 작업에 필요한 안전교육을 받았는지 확인하고 필요한 자격을 보유하고 있는지 확인한다.
- 작업은 적격자에게만 할당되어야 한다. 여기에는 작업자가 작업을 안전하게 수행할 수 있는 기술, 지식, 경험 및 체력이 있는지를 확인하여야 한다.

2.4 작업자

2.4.1 기본원칙

작업자는 아래의 사항을 확인하고 준수하여야 한다.

- 모든 직원은 현장별 풍력 발전기 안전 규칙, 비상대응계획, 표지판 및 법규를 따라야 한다.
 - 모든 직원은 작업을 시작하기 전에 현장의 풍력발전기 관련 규칙 및 지침을 숙지해야 한다.
 - 풍력발전기 제조사에서 제공된 보건안전 및 유지관리 매뉴얼에서 제시한 요구조건을 우선 준수하고 이들 매뉴얼에 없는 경우 본 지침의 내용을 준수한다.
- 같이 작업하는 작업자의 활동을 관찰하여 자신과 주변 사람들의 안전을 확보하고 불안정한 행위를 능동적이고 적극적으로 시정하여 사고나 아차사고가 발생하지 않도록 한다.
- 작업조건이 안전하지 않거나 작업에 적격하지 않는 경우 작업을 정중하게 거부한다.
- 각 작업시 해당 작업자 뿐만 아니라 풍력발전기 인근에 있는 작업자도 해당 안전규칙을 숙지하여야 한다.

2.4.2 기본 숙지사항

- 모든 작업자는 다음 장치의 위치를 알아야 한다.
 - 풍력 발전기의 비상정지버튼
 - 리프트의 비상정지버튼 및 각 부위의 연동장치(인터록, 방호장치)
 - 내부 크레인의 비상정지버튼
- 풍력발전단지 현장 내 모든 작업자는 지정된 안전 관리자를 알아야 한다.

2.4.3 건강

- 작업자 및 직원은 알코올이나 약물에 취한 상태에서 출근해서는 안 된다.
- 풍력발전단지 내에서 약물 및 알코올 섭취는 엄격히 금지되어 있다.
- 작업자 및 직원은 일반 의약품이 업무 수행에 영향을 미치지 않도록 해야 한다.
- 작업자 및 직원은 작업 수행에 영향을 미칠 수 있는 처방된 약을 복용하는 경우 작업 활동이 시작되기 직전에 관리자에게 알려야 한다.

2.4.4 발전기 작업시

- 되도록 금속성 시계줄, 팔찌, 반지, 목걸이 등은 제거하고 작업에 임한다.
- 작업자가 나셀의 상단, 외부 및/또는 내부에서 작업하는 동안 작업자 및 직원은 나셀 아래에 서 있지 않는다.
- 작업자가 로터 아래(타워 외부 등)에서 작업할 때 풍력발전기는 일시 중지시켜야 한다.
- 작동 중인 풍력 발전기를 지상에서 검사해야 하는 경우 로터 평면 아래에 서 있지 않는다.

2.4.5 기타사항

- 풍력발전단지 내에서는 불을 이용한 취사행위 및 흡연은 지정된 위치 외에는 절대 금지한다.
- 차량사고 및 화재를 예방하기 위하여 풍력발전단지 내에서 운전 중 흡연은 금지한다.
- 개인교육문서를 관리하고 교육관련 문서를 현장으로 가져와 확인가능토록 한다.

2.5 2인 팀

모든 작업은 2명 이상의 적격자로 구성된 팀에 할당한다. 팀 구성원은 다음을 준수해야 한다.

- 같은 팀의 다른 작업자와 떨어지지 않도록 한다.
 - 팀원은 다른 팀원에게 알리지 않고 작업 공간을 떠나서는 안 된다.
- 팀원들이 같은 공간이지만 시야 밖에서 서로 떨어져서 작업할 때는 팀원 간의 의사소통에 대한 명확한 절차가 있어야 한다.
 - 팀원은 서로 들을 수 있는 거리를 유지하거나,
 - 팀 구성원은 작업시간동안 의사소통하기에 충분한 배터리 용량이 있는 양방향 통신 장비를 소유해야 한다.
 - 떨어지기 전 통신장비의 기능을 테스트해야 한다.
- 허브에서 작업시 허브 안에서 작업하는 사람이 작업을 마치고 나셀로 돌아올 때까지 최소한 한 사람은 반드시 나셀에 있어야 한다.
- 팀이 분리된 상태에서 팀원 중 한 명이 휴식을 취해야 하는 경우 두 사람 모두 작업을 중단해야 한다.
- 다른 팀원이 차량에 공구를 싣거나 내리기 위해 잠시 발전기를 떠난 경우 다시 돌아와서 두 팀원이 모두 작업에 참석할 때까지 위험한 작업은 중단해야 한다.
- 단독작업은 특별하고 매우 제한된 상황에서만 허용된다. 다음 절의

“단독작업”을 참조한다.

- 작업을 수행하기 전, 상호 개인보호구 점검(buddy check)을 시행한다.

2.6 단독작업

2.6.1 허가가 필요없는 단독작업

다음과 같이 작업자가 타워 하단 지면에서만 단독으로 작업할 수 있다.

- 계기판을 읽고 기록하는 작업.
- 비계 없이 타워 하단에서 페인트 도장 또는 청소 작업.

2.6.2 허가가 필요한 단독작업

- 원칙적으로 2.6.1에서 언급한 작업을 제외한 모든 작업은 단독작업이 불가능하지만 부득이하게 단독작업을 수행하여야 하는 경우 다음을 만족시켜야 한다.
 - 훈련을 받고 자격을 갖춘 직원만 단독 작업을 수행할 수 있다.
 - 단독 작업자와 연락처/기본 담당자 간의 의사소통 방법 및 절차가 설정되어야 한다.
 - 비상대응계획(ERP)은 단독 작업자와 안전 관리자 간에 합의·지정되어야 한다.
 - 단독 작업 계획은 단독 작업으로 인해 허용 가능한 수준으로 제어할 수 없는 위험한 조건이 발생하지 않음을 입증하는 철저한 위험성 평가(RA)/작업안전분석(JSA)을 기반으로 해야 한다.

2.6.3 단독작업 안전작업지침

작업 시작 전

단독작업하는 작업자는 다음을 확인하고 준수한다.

- 작업을 시작하기 전에 관리감독자와 비상대응계획을 점검한다.
- 현장에 도착했을 때 그리고 작업을 시작하기 전에 관리감독자에게 연락한다.

- 통신 회선이 제대로 작동하는지 확인한다.
- 관리감독자와 통화 간격에 대해 논의후 합의한다.
- 통화 간격은 15분을 초과할 수 없다.

작업 중

단독작업하는 작업자는 다음을 확인하고 준수한다.

- 합의된 시간 간격 내에 관리감독자에게 연락한다.
- 작업자가 예기치 않게 발전기를 떠나야 하는 경우 관리감독자에게 연락한다.

관리감독자는 다음을 수행하여야 한다.

- 협의된 시간 내에 작업자가 전화를 하지 않으면 단독작업하는 작업자에게 연락한다.
- 단독작업하는 작업자와 연락되지 않는 경우 비상대응계획을 시행한다.

작업 종료 후

단독작업 작업자는 다음을 완료해야 한다.

- 작업이 완료되면 베이스/연락 담당자(base/contact person)에게 연락한다.
- 현장을 떠나기 전에 베이스/연락 담당자(base/contact person)에게 연락한다.

2.7 정리정돈

작업장에 장애물이 없도록 하는 것은 모든 안전 프로그램의 중요한 부분이다. 모든 작업자는 다음을 수행해야 한다.

- 작업 공간을 깨끗하고 체계적으로 유지하고 발에 걸려 넘어질 수 있는 유해·위험요인(trip hazard)(특히 공구, 부품 및 장비)이 없도록 한다.
- 모든 공구, 부품, 장비 및 기타 품목이 올바르게 사용되었는지 확인하고 작업이 완료되면 작업 영역에서 제거한다.

- 모든 탈출경로에 보관된 자재가 없도록 하여 탈출에 방해가 되지 않도록 한다.
- 도로, 경로 및 보행자 구역에 자재가 보관되지 않도록 한다.
- 작업 영역에 유류와 액체가 없도록 한다. 작업 중 유류나 액체가 얼 질러진 경우 즉시 청소한다.
- 풍력발전기에 구급상자, 하강장치 및 소방 장비가 없는 경우 가져간다.
- 작업 중 시끄러운 환경에 노출되지 않도록 불필요한 장비의 전원을 끈다.
- 작업이 완료되지 않은 경우 풍력발전기를 안전한 상태로 유지한다.
- 정리정돈이 풍력발전기 작업과정의 필수적인 부분으로 간주되도록 정리정돈을 툴박스미팅(Tool Box Meeting)시 논의하여야 한다.

2.8 통신

- 작업 작업을 계획할 때 작업자는 ERP(비상대응계획)에 따라 연락용으로 설정된 1차 및 2차 수단으로 항상 두 가지 독립적인 의사소통 수단을 확보하여야 한다.
- 발전기의 작업팀은 직접 또는 릴레이를 통해 내부적으로 통신할 수 있어야 한다.
- 작업계획에 통신수단의 신뢰성을 확인하기 위한 통신 점검 간격이 포함되어야 한다.
- 비상 대응 백업으로 사용되는 통신 회선이 손상된 경우 작업팀장(lead technician)은 작업을 중지해야 할 책임이 있다.
- 기본 통신수단이 사용불가능하게 되었고 예비 통신수단을 이용할 수 있는 경우, 작업팀장(lead technician)은 사전 작업 계획/작업 위험성 평가(Pre Task Plan/Task Risk Assessment)에 기반하여 작업을 계속 수행할지 여부를 판단할 수 있다.
- 통신 수단에는 다음이 포함될 수 있지만 이에 국한되지는 않는다.
 - 유선 전화

- IP 전화
- 휴대전화
- 위성 전화
- 양방향 라디오
- 해상에서 비상통신에 대한 기본 요구조건은 다음과 같다.
 - 긴급 상황에서 지원을 요청하기 위해 풍력발전기와 CTV간 상호 통신이 가능할 수 있는 1차 및 2차 통신 수단
 - CTV는 항상 SAR 및 해상관제(Marine Coordination)팀과 통신할 수 있어야 한다.
 - 통신 확인은 최소 2시간마다 한다(활동과 관련된 위험에 따라 이 간격은 단축될 수 있다.)

2.9 교육

법정교육

작업자는 분기별로 6시간 이상의 안전교육을 받아야 한다.

전입교육 (Induction)

신규 채용(8시간 이상)되거나 현장으로 발령(2시간 이상)받은 경우, 풍력 발전단지의 현황, 작업내용, 안전 등에 대한 교육을 받아야 한다.

풍력발전기 유지관리

풍력발전기 유지관리와 관련하여 다음의 교육 또는 동등한 교육을 받는 것을 권고한다.

- 안전교육
 - 기본안전교육 (Basic Safety Training)
 - 응급처치 (First Aid)
 - 인력운반 (Manual Handling)
 - 화재인식 (Fire Awareness)
 - 고소작업 (Working at Heights)

- 해상생존 (Sea Survival)
- 고급구조교육 (Advanced Rescue Training)
 - Nacelle, Tower & Basement Rescue
 - Hub, Spinner & Inside Blade Rescue
 - Single Rescuer - Hub, Spinner & Inside Blade
 - Single Rescuer - Nacelle, Tower, Basement
- 고등응급처치 (Enhanced First Aid Training)
- 기술교육
 - 기본기술교육 (Basic Technical Training)
 - 기계 (Mechanical)
 - 전기 (Electrical)
 - 유압 (Hydraulics)
 - 설치 (Installation)
 - 리프트 사용자 교육 (Lift User Training)
 - 블레이드 보수 교육 (Blade Repair Training)
 - 양중 신호수 교육 (Slinger Signaller/Rigger Signal Person)
- 상기교육은 GWO(세계풍력기구, Global Wind Organization), OPITO (국제석유산업교육기관, Offshore Petroleum Industry Training Organization) 등과 같이 공인된 기관에서 시행하는 교육을 활용하는 것을 권고한다.

로프작업 (rope access)

풍력발전단지에서 인정하는 로프작업 교육을 받는 것을 권고한다. 국제적으로는 다음과 같은 로프교육이 있다.

- IRATA (영국기반)
- SPRAT (미국기반)

IRATA 자격은 크게 3가지 레벨로 구성된다. 레벨별 능력은 아래와 같다.

- RATA LEVEL 1
 - LEVEL1 기술자는 IRATA ROPE ACCESS LEVEL3 감독자의 관리하에 제한된 범위의 로프 액세스 작업을 실행할 수 있다.
- IRATA LEVEL 2
 - LEVEL2 기술자는 IRATA ROPE ACCESS LEVEL3 감독자의 관리하에 리깅 작업, 구조 및 로프 액세스 작업을 수행한다.
- IRATA LEVEL 3
 - 로프작업 안전감독자 또는 로프작업 팀장 역할을 수행할 수 있다.

2.10 인력운반

① 공기구 및 기자재를 운반할 때에는 다음과 같이 한다.

1. 작업은 자기역량 이상의 중량물을 취급하여서는 안 되며, 무릎을 거의 직각으로 구부린채 가능한 한 물건 가까이 다가가서 바로잡고 뒷면에 힘이 걸리지 않도록 하고 똑바로 편다. 이때 허리를 굽혀서는 안 되며 양다리의 힘으로 일어서야 한다.

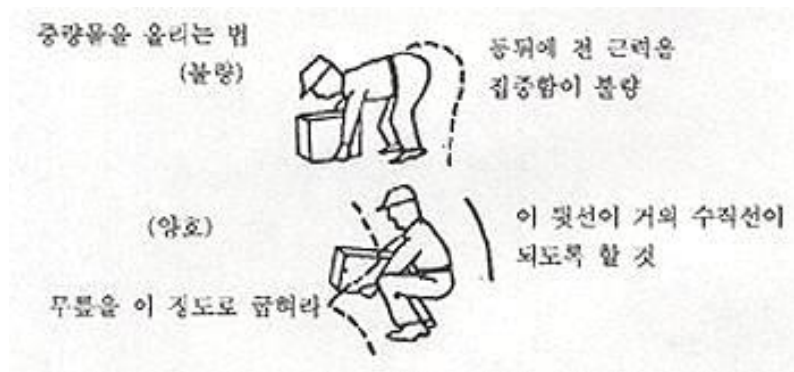


그림 2-1 운반

2. 운반할 물건의 중량을 근거 있게 추정하거나 측정하여 혼자 힘으로 과중할 때는 타인의 도움을 받도록 해야 한다. 혼자일 때는 가능하면 30kg 이내의 물건을 운반하도록 하되 여자는 15kg을 적정 무게로 하고 20kg 이내를 운반하도록 한다.
 - 5kg를 초과하는 물건의 경우, 무게 등을 표시하여 작업자가

무게를 파악할 수 있도록 조치하여야 할 것이다.

3. 서비스 선박에서 구조물로 이동시에는 작업자가 운반하지 않고 반드시 크레인 등의 장비를 이용하여 운반한다.
 4. 거칠거나 무거운 물건을 취급할 때에는 장갑을 착용해야 한다.
 5. 시야를 방해할 정도로 큰 짐을 운반할 때에는 반드시 지휘자를 배치하여 행동을 돌보아 주어야 한다.
 6. 운반 능력을 높이기 위해서는 갈고리, 지레, 굴림대, 밧줄 등 적당한 보조기구를 사용하되 사용전에 이상 유무를 꼭 점검하여야 한다.
 7. 중량물을 취급할 때에는 크레인, 호이스트, 포크리프트, 리어카 등을 이용하여야 하며 로프나 와이어, 쇠사슬에 달린 물건 아래에 있거나 그 곳에서 일을 하여서는 안 된다.
- ② 사람의 힘으로는 부적당하다고 인정되는 다음과 같은 경우에는 작업에 적합한 장비를 사용해야 한다.
1. 많은 인원으로 장시간의 작업을 요할 경우
 2. 표면으로부터 머리 위까지 들어 올리는 작업을 계속하는 경우
 3. 표면으로부터 어깨부분까지 25kg 이상 되는 것을 계속 들어 올릴 경우
 4. 표면으로부터 허리부분까지 50kg 되는 것을 계속 들어 올릴 경우
 5. 3m 이상 계속하여 운반할 경우
 6. 10Ton/hr 이상의 운반량이 있는 작업을 계속할 경우
- ③ 파이프, 목재 등 긴 물건을 단독으로 어깨에 메고 운반할 경우에는 전방을 자기 키 높이보다 약간 높게 메고 모서리나 구석진 곳에서 부딪치지 않도록 주의해야 한다. 또, 공동으로 운반할 때에는 같은 측 어깨에 메고 서로 약속된 신호에 의해서 호흡을 맞추어 작업하여야 하며 내릴 때에는 지휘자 신호에 맞추어 내리고 다른 곳으로 구르거나 옮기지 않도록 주의한다.
- ④ 특히 무거운 중량물 운반은 경험이 있는 사람의 지휘 하에 다음사항에 주의하여 취급한다.
1. 여러 사람이 한개의 중량물을 운반할 경우에는 몸에 힘이 두드러

- 지게 차이가 있는 자는 가담시키지 않도록 하고 지정된 지휘자의 신호에 의하여 행동하여야 한다.
2. 무게중심이 높은 곳에 있는 중량물은 크레인 등의 기계를 이용하는 등 안전한 방법에 의하도록 하여야 한다.
 3. 중량물은 되도록 낮게 들고 떨어뜨리지 말아야 한다.
 4. 변압기와 같은 중량의 기기를 운반할 때는 충분한 강도의 로프나 체인을 사용하여야 한다. 체인 사용시는 기구의 모난 끝부분으로 인하여 잘려지지 않도록 주의해야 한다. 단, 활선작업시는 체인을 사용하지 못한다.
 5. 중량물 취급시는 충분한 강도의 로프로 완전하게 포박하여야 하며 직경 4mm철선 1조로 포박하여서는 안 된다.
 6. 도르래의 혹은 대상물에 직접 걸어서는 안 된다.
 7. 철골빔과 같이 길이가 긴 중량물은 세우지 말고 안전하게 눕혀 놓아야 한다.
 8. 작업자는 전기도체인 기자재를 가압된 전기기기 부근에서 어깨 위에 놓고 운반하여서는 안 되며, 긴 기재나 파이프는 어깨 아래에서 수평을 유지하여 2인 이상이 운반하여야 한다.
 9. 운반물체의 상부가 무거울 때는 그 부분을 해체하여 되도록 무게중심이 아래로 오도록 하여야 한다.
 10. 넘어질 염려가 있는 물건을 운반할 때는 위로 끌어올리는 금구를 이용하여 짐을 붙들고 있게 하든가 양측에 지지용 장치 등을 설치하여 넘어지지 않도록 해야 한다.
- ⑤ 크레인, 체인블록, 잭 및 수공구는 다음에 따라 안전하게 취급해야 한다.
1. 작업 전에 크레인, 체인블록 및 잭을 점검하여 이상 유무를 확인한 후에 올리고 내리는 조작을 하여야 하며 작업도중 기기나 차체가 크레인, 체인블록 및 잭의 불시고장으로 떨어지는 일이 없도록 주의해야 한다.
 2. 부득이한 경우를 제외하고는 그 밑에 사람이 있거나 다른 기구를 놓지 않도록 해야 한다.

3. 차체 및 대차 등에 기기를 올리거나 내려놓은 채 지렛대나 망치 등으로 부속품조립 등의 작업을 할 경우는 기기가 흔들리지 않도록 하며, 지렛대의 반발작용에 의한 위험에 주의해야 한다.
 4. 크레인, 체인블록 및 잭으로 들어 올린 차체, 차대 및 기기류 밑에서 작업을 할 때에는 차체, 차대 및 기기의 양쪽에 별도로 침목을 고이고, 조명을 밝게 하여 조립상황을 육안으로 볼 수 있도록 하며 보이지 않는 곳은 손가락으로 조립여부를 확인하면서 작업을 진행한다.
- ⑥ 작업용 공구는 공작물의 재질에 따라 적정 성능의 규정된 공구를 선택하여 사용하고 다음사항에 주의한다.
1. 손잡이 또는 사용부분에 기름기가 묻은 것은 위험하므로, 꼭 건조된 걸레로 닦은 후 사용해야 한다.
 2. 스패너를 해머 대신으로 사용하거나 크기가 맞지 않는 스패너 또는 복스 알을 사용하는 일이 없도록 하고 모든 공구는 규격에 맞는 것을 사용해야 한다.
 3. 규정된 방법으로 사용하고 해머 또는 렌치 사용시는 주위를 살피고 안전한 장소에서 작업을 해야 한다.
 4. 공구에 연결봉을 사용할 때는 규격품을 사용해야 한다.
 5. 공구를 휴대하고 높은 장소에서 작업할 때는 감시원을 두고 작업장 주위의 모든 사람에게 위험을 알려야 한다.
 6. 공구를 사용한 후에는 점검하여 지정된 장소에 보관하거나 보수, 정비 및 수리품은 구별하여 반납하고 부족품은 조속히 확보한다.

추가적인 사항은 아래의 자료를 참고한다.

- KOSHA GUIDE G-119-2015 인력운반작업에 관한 안전가이드
- KOSHA GUIDE M-35-2012 인력운반 작업 위험성평가에 관한 기술지침
- 중소기업 사업장용 위험성평가 가이드 6 중량물의 인력운반 및 취급 올리기, 듣기, 옮기기, 당기기, 밀기 위험요인 식별 및 평가 예방대책 시행

2.11 위험성평가 (RA, Risk Assessment)

- 작업을 안전하게 수행할 수 있도록 위험을 관리할 수 있도록 모든 운영 및 활동에 대하여 위험성 평가(RA)를 시행하여야 한다.
- 작업자는 위험성 평가(RA)에 적극 참여하여야 한다.

추가적인 사항은 아래의 자료를 참고한다.

- 사업장 위험성평가에 관한 지침[고용노동부 고시]
- 위험성평가 지침해설서, 안전보건공단, 2020

- 위험성평가지 다음과 같은 사항에 유의한다.
 1. 작업 목적과 방법
 2. 개인별 임무 및 역할 분담(서명 및 날인시행)
 3. 작업용구, 공구 및 재료 등의 점검 정비
 4. 불필요한 소지품 등 작업위해물품 휴대여부
 5. 해당 작업의 위험성 체크확인 및 방호조치
 6. 안전장구의 사용방법
 7. 안전표지 설치
 8. 재해발생 우려시의 작업 중지 또는 대피
 9. 작업완료시의 조치 및 확인

2.12 방문자

- 방문자가 현장에 도착하기 전
현장관리자(관리감독자) 또는 지정된 담당자에게 모든 방문자 각각에 대해 다음 정보를 제공해야 한다.
 - 방문자 이름
 - 소속회사
 - 방문 목적
 - 연락처 (사무실, 핸드폰)

- 방문자는 현장에 도착 시
현장관리자(관리감독자) 또는 지정된 담당자에게 보고해야 한다.
- 방문 지역에 따라 적절한 오리엔테이션 및 진입 교육을 받아야 한다.
- 모든 방문자는 현장의 보건 및 안전에 관한 해당 현장 규칙 및 규정을 준수해야 한다.
- 방문객은 제한 구역(예: 크레인 작업 또는 굴착 작업이 수행되는 구역)에 들어갈 수 없다.
- 방문자는 현장관리자(관리감독자) 또는 해당 현장을 담당하는 승인된 감독자(authorized supervisor)의 허가를 받은 후에만 풍력발전기에 접근할 수 있다.
- 풍력발전기에 진입할 때는 최소 2명의 적격자가 방문자와 동행해야 한다.

작업전 안전회의 및 위험성평가표						
공사명			시공회사명			
일시	. . . (:)		작업책임자	(인)		
작업인원			작업장소			
업무분담	작업자	작업내용	서명	작업자	작업내용	서명
작업자 PMIS Check						
작업책임자 : (인)						
Physical (신체)	· 음주 및 약물복용(수면제 등) (무) (유) · 신체상태(혈색 등) 이상 (무) (유)		Mental (정신)	· 분담작업 시행의지 (양) (불) · 가정사 등 Stress 여부 (무) (유)		
Intelligent (지성)	· 분담작업 내용 숙지 (양) (불) · 안전작업수칙 숙지 (양) (불)		Sensible (감성)	· 충분한 숙면여부 (양) (불) · 지시사항 반응정도 (양) (불)		
※ Check 항목중 (유) 또는 (불) 해당으로 작업참여 중지 조치자 : , , .						
위험성평가	구분	유해·위험요인	위험성 (현재)	위험감소 조치(방법)	위험성 (조치시)	작업여부 (가능/불가)
	사람					
	장비					
	환경					
관리						
위험성평가 및 관리 기준				추가 위험감소 조치(방법)		
위험성	평가 기준					
상	위험이 장시간 상시 존재 or 사고시 중상 이상 위험					
중	위험이 단시간 간헐적 존재 or 사고시 경상 위험					
하	위험이 매우 적음 or 사고시 타박상 이하 위험					
※ 관리기준 : 상, 중 - 작업불가 / 하 - 작업가능						

그림 2-2 작업전 안전회의 및 위험성평가표 양식

2.13 안전보건표지

작업자는 다음의 안전보건표지를 숙지하여야 한다.


1 금지표지	101 출입금지 	102 보행금지 	103 차량통행 금지 	104 사용금지 	105 탑승금지 	106 금연 	107 화기금지 
108 물체이동금지 	2 경고표지	201 인화성물질경고 	202 산화성물질경고 	203 폭발성물질경고 	204 급성독성물질경고 	205 부식성물질경고 	206 방사성물질경고 
207 고압전기경고 	208 매달린물체경고 	209 낙하물경고 	210 고온경고 	211 저온경고 	212 물균형상실경고 	213 레이저광선경고 	214 발암성·변이 원성·생식독성· 전신독성·호흡 기과민성 물질 경고 
215 위험장소 경고 	3 지시표지	301 보안경착용 	302 방독마스크착용 	303 방진마스크착용 	304 보안면착용 	305 안전모착용 	306 귀마개착용 
307 안전화착용 	308 안전장갑착용 	309 안전복착용 	4 안내표지	401 복합자표지 	402 응급구호 표지 	403 들것 	404 세안장치 
405 비상용기구 	406 비상구 	407 좌측비상구 	408 우측비상구 	5 관계자와 출입금지	501 허가대상물질작업장 관계자와의 출입금지 (허가물질 명칭) 제조/사용/보관중 보호구/보호복 착용 흡연및 음식물 섭취 금지	502 석면취급/해체작업장 관계자와의 출입금지 석면 취급/해체중 보호구/보호복 착용 흡연및 음식물 섭취 금지	
503 금지대상물질의 취급 실험실 등 관계자와의 출입금지 발암물질 취급중 보호구/보호복 착용 흡연및 음식물 섭취 금지	6 문자 추가시 예시문			 화기엄금			
<div>내 자신의 건강과 복지를 위하여 안전을 늘 생각한다.</div> <div>내 가정의 행복과 화목을 위하여 안전을 늘 생각한다.</div> <div>내 자신의 실수로써 동료를 해치지 않도록 안전을 늘 생각한다.</div> <div>내 자신이 일으킨 사고를 인한 회사의 재산과 손실을 방지하기 위하여 안전을 늘 생각한다.</div> <div>내 자신의 방심과 불안정한 행동이 조국의 번영에 장애가 되지 않도록 하기 위하여 안전을 늘 생각한다.</div>							

그림 2-3 안전보건표지

3 작업준비 및 작업종료

3.1 툴박스미팅 (TBM)

실행단계

TBM는 다음과 같은 단계로 실행된다.

- 도입단계
 - 상호인사
- 점검단계
 - 건강, 복장, 안전보호구, 수공구 장비
- 작업지시 단계
 - 작업내용과 각자의 임무지시 및 상호 연락사항 확인
- 위험예측 단계
 - 당일작업의 위험예측, 전원 돌아가면서 한가지씩 위험요인 발표
- 확인 단계
 - 가장 큰 위험요소에 대해서 확인해야 할 사항을 “OOOO 좋아!” 등으로 복창

실행시기

일반적으로 매일 작업 전에 수행하는 것을 권고한다. 그러나, 필요에 따라, 점심 후나 쉬는 시간에 하는 대화, 작업 종료 후에 하는 대화, 월 1~2회 근무시간 중에 30분이나 60분 시간을 잡아, 정기적 또는 임시적으로 할 수도 있다.

유의사항

TBM을 추진할 때 다음 사항에 유의할 필요가 있다.

- 작업계획을 추진할 때 관계 작업자가 이해하기 쉽도록 흑판, 패드, 도면 등을 사용해 설명,
- 지시사항의 철저한 실시에 대한 배려

- 작업자 능력에 맞는 작업을 할당한다.
- 지시 내용은 상대가 이해하기 쉽도록 5W1H를 구사해 구체적으로 전달,
- 감독자 자신이 할 수 있는 것은 지시하지 않는다,
- 계획에 의해 지시한다,
- 위험 예지를 실시할 때
 - 안전 작업순서에 대신하는 작업 안전의 진행 방법을 지도하는 데 있으므로, 작업자가 생각하도록 해서 발언하게 한다,
 - 위험 예지에서는 무엇을 테마로 할 것인지 생각해 자료를 준비한다.
- 감독자와 관계 작업자와의 의사소통할 때
 - 위험 예지를 하는 자리에서 하도록 유의한다,
 - 감독자는 전원으로부터 의견을 내놓도록 지도한다.

권고사항

작업전 TBM을 시행하는 경우, 다음 사항을 권고한다.

- 작업자의 전일 음주 여부를 체크한다. (음주측정기를 이용하면 더 정확하게 측정할 수 있다.)
- 작업자의 건강상태를 체크한다. (체온계 등을이용하여 발열 측정한다.)
- 전신안전대, 쥘줄 등 개인보호장구를 점검한다.

TBM 일지

결 계	담당	안전관리자	소장

20 년 월 일 요일

작업책임자(조장) :

(인)

정비대상 기기 ○				TBM 장소 ○							
정비내용 ○ 오거천공작업 및 시트파일 향타 작업											
위험예지훈련 ○ 잠재위험요인 - - - -								○ 안전작업대책 - - - -			
지적확인 One Point : 개인보호구 및 장비신호 확인											
점검사항(Check List)											
Nb	항목	예	아요	Nb	항목	예	아요				
1	작업조건과 정비범위에 대해서 검토 했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	안전장구 착용상태 양호한가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2	도면 및 안전/정비절차서를 검토 했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	작업자의 건강상태는 양호한가(과음, 피로)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
3	장비/공구사용법에 대해서 논의 했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	위험성평가는 시행하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
4	작업 대상기기는 계통격리 되어 있는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10	유해위험에 대한 안전교육은 시행하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
5	인적실수, 이물질유입에 대해 논의 했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11	안전작업하기서는 발행되었는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
6	유해·위험요인에 대한 조치를 했는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	작업 전/후 건강상태를 확인하고 사명하였는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
교육 참석 확인				건강확인 작성요령 : 양호, 불량(O, X 기입금지)							
소속	성명	서명	작업전 건강확인	작업후 건강확인	소속	성명	서명	작업전 건강확인	작업후 건강확인		

그림 3-1 TBM 일지 양식

3.2 작업허가서

- 다음과 같은 작업에 대하여 안전작업허가서를 제출하여 승인받은 후 작업을 수행한다.
 - 밀폐공간 출입작업
 - 정전작업
 - 고소작업
 - 화기작업
- 작업이 근무 교대시간 이후까지 연장될 경우에는 발급자 또는 업무를 위임받은 자가 작업현장을 재확인한 후 허가서에 명시된 사항과 일치하는지를 파악하고 안전하다는 판단에 따라 안전작업허가서의 작업시간을 연장하고 다시 확인 서명하여야 한다.

3.3 현장 접근

- 승인된 작업자만 풍력발전기 현장에 접근할 수 있다.
- 작업자는 현장에 지정된 보행자 경로를 따라 이동해야 한다.
- 현장에 대한 접근은 사이트에 설정된 도로와 게이트를 통해서만 이루어져야 한다. 차량 이동은 토지와 도로의 지정된 진입로로 제한된다.
- 지정된 도로 외에 다른 경로로 차량 및 장비를 이동할 때는 사전 승인을 받아야 한다.
- 들판과 같이 열린 공간을 가로질러 접근이 필요한 경우 농지, 환경 및 가능한 문화 유산에 대한 영향을 최소화하기 위해 이동을 단일 경로로 제한해야 한다.
- 공공 및 현장 도로에서의 운전에 관한 국내 법규 외에 게시된 모든 교통, 속도, 주차 및 안전 규정을 준수한다.

3.4 작업표시

- 풍력발전기 타워 입구 또는 개별풍력발전기 접근로에 안전작업현황판(작업안내표지판)을 세운다.

- 인가되지 않은 방문자가 작업장 근처로 접근하는 것을 막는다.
- 비상시 119구급대를 비롯한 비상대응서비스가 사고현장을 찾는 데 도움이 되도록 한다.



그림 3-2 안전작업현황판

- 풍력발전기 외부에서 작업이 수행되는 경우, 허브높이의 1/5의 직경 내에 안전지역을 설정한다.
 - 외부에 접근을 방지할 수 있는 표지를 설치한다.
 - 다른 작업자도 이 안전지역 내로 진입하지 않는다.
 - 서비스 차량도 이 안전지역 밖에 주차한다.

3.5 유해에너지 제어 및 LOTO

- 전기적 및 기계적으로 에너지원이 차단되고 남은 에너지가 소산된 상태에서 작업을 수행한다.
- LOTO(Lockout-Tagout)을 시행한다.
- 상세한 내용은 「8 유해에너지 제어」를 참조한다.



그림 3-3 LOTO 시스템

3.6 작업종료시

- 작업은 일몰 전 모든 작업이 종료되어야 하며, 기상상태에 따라 조기 종료될 수 있다.
- 발전기를 떠나기 전에 타워 출입문이 안전하게 잠겨져 있는지 확인한다.
- 무인 발전기의 경우 승인되지 않은 사람이 발전기에 진입하지 못하도록 발전기에 대한 진출입문을 잠가야 한다.

4 풍력발전기 등반

4.1 기본원칙

- 최소 2명의 작업자로 구성된 팀으로 작업을 수행해야 한다.
- 작업자는 풍력 발전기 타워를 오르기 전에 스스로 및 버디체크(buddy check) 방식으로 항상 안전그네식 안전대(full-body harness)와 추락 방지 장치를 점검해야 한다.
- 나셀 내부라도 넘어질 수 있는 곳에서 작업하는 동안 항상 추락 방지 장비 연결을 유지한다. 추락방지장비는 즉시 해당작업공간의 안전한 앵커에 연결하고 이전 작업공간의 앵커와는 연결을 해제한다.
- 작업에 필요한 장비 및 부품 목록을 확인한다.
- 통신장비의 이상여부 및 사용가능시간을 확인한다.
- 개인보호구를 확인한다. 개인보호구에 대한 추가 정보는 「8 개인보호구」를 참조한다.

4.2 현장관리자 (관리감독자)의 책임

- 「9 고소작업」에서 명기된 업무를 수행한다.
- 현장에서 사용 중인 각 하강 장치에 대해 구조 이송 장치(RTU, Rescue Transfer Unit) 하강 장치(Descent Device) 검사 기록을 매년 정해진 절차·기준에 따라 점검하고 기록한다.
- 적격자를 지정하여 고소작업을 수행할 작업자의 타워 등반 능력을 시험하고 문서화한다.

4.3 낙하물 주의사항

풍력 발전기 타워 및 외부에서 작업하는 작업자는 다음과 같은 예방 조치를 준수해야 한다.

- 작업자가 동시에 서로 다른 높이에서 작업하는 것은 피해야 하며 작업계획시 이를 고려하여야 한다. 만약 서로 다른 높이에서 동시에 작업해야 하는 경우, 예를 들어 안전망 사용 또는 안전 구역 설정과 같

은 낙하물에 대해 특별한 대책을 수립하여야 한다.

- 풍력 발전기 외부에서 작업할 때는 공구와 부품이 낙하할 위험이 있어 끈 또는 밧줄로 묶어야 한다.
 - 낙하물 위험이 있는 것으로 판단되는 모든 도구 및 기타 험거운 물체는 하중/공구의 무게를 지탱하도록 설계된 적절한 밧줄(공구 이탈방지끈)을 사용하여 묶어야 한다. 이 밧줄은 안전대(harness) 또는 풍력발전기의 적절한 부분에 고정되어 물체가 떨어지는 것을 방지해야 한다.
 - 이 예방 조치는 덮개가 열린 나셀 내 작업, 나셀 지붕 및 블레이드를 포함한 나셀 외부작업, 타워 외부 작업 및 타워 내부 작업에 적용된다.



그림 4-1 낙하방지끈 및 공구가방(tool bag)

- 다른 작업자에게 공구를 전달할 때는 떨어뜨리지 않도록 주의를 기울여야 한다.
- 타워 해치는 작업자와 물건이 떨어지는 것을 방지하기 위해 닫힌 상태를 유지해야 한다.
- 다수의 공구를 사용하는 경우 공구가방(Rope Access Tool Bag)을 사용하도록 한다.

4.4 사다리를 이용한 접근 등반

풍력 발전기 사다리를 오르는 작업자는 다음을 준수해야 한다.

- 필요시 중간에 휴식을 취하면서 각자의 속도로 사다리를 오른다.
- 사다리를 통해 올라가고 내려올 때 하나의 사다리에 한 명만 이용하도록 한다.
 - 와이어 시스템: 한 번에 한 사람만 타워 사다리를 오를 수 있다.
 - 레일 시스템: 플랫폼 해치가 닫힌 경우 한 번에 한 사람만 플랫폼 사이의 타워 사다리를 올라갈 수 있다.
- 부품이나 공구를 손에 들거나 주머니에 넣은 상태로 오르지 않는다.
- 직원은 최대 5kg/10lbs까지는 닫힌 공구 가방을 짊어지거나 목적에 맞게 설계된 경우 안전그네식 안전대(full-body harness)에 부착하여 운반할 수 있다.



그림 4-2 사다리 등반시 짐 운반

- 풍력발전기 매뉴얼에 별도 명기되어 있지 않는 경우 장비를 포함하여 발전기를 올라갈 수 있는 개인의 최대 허용 총중량은 136kg(300파운드)이다.
- 작업중 추락 위험이 있는 경우 작업자는 항상 신뢰할 수 있는 앵커 포인트에 연결되어야 한다. 앵커 포인트에 연결되면 작업자의 안전을 확보할 수 있다.

- 안전대(harness)의 가슴 D-링은 추락 방지 장치에 직접 부착되어야 한다. 추가적인 연결장치를 사용해서는 안 된다.
- 허리에 있는 D-링은 작업 위치 확보 장치(work positioning device)에만 사용할 수 있다.



그림 4-3 가슴에 위치한 D-ring은 추락방지장치에 직접 연결

4.5 서비스리프트 사용

서비스 리프트를 사용하기 전에 작업자는 다음을 확인하고 준수한다.

- 서비스 리프트 제조업체의 설명서를 숙지한다.
- 자격을 갖춘 작업자만 서비스 리프트를 사용할 수 있다.
- 사용 전 점검을 수행해야 한다.
- 서비스 리프트 검사가 최신인지 확인한다.
- 서비스 가능한 리프트만 사용할 수 있다.

서비스 리프트를 사용시 작업자는 다음을 확인하고 준수한다.

- 결함이 발견되면 서비스 리프트를 사용금지시키고 사용금지 표지를 붙여 무단 사용을 방지해야 한다.
- 식별된 모든 결함은 관리자나 안전담당자에게 보고한다.
- 서비스 리프트 시스템이 제 위치에 있지 않을 때 서비스 리프트 입구를 덮어야 물체가 떨어지거나 떨어지는 것을 방지할 수 있다.

- 서비스 리프트 종류에 따라 사용할 때 짐줄의 후크를 앵커포인트에 고정시켜야 할 수 있다. 제조업체의 설명서를 통해 확인한다.
- 리프트 작동시 상체나 머리를 리프트 밖으로 내밀지 말아야 한다.



그림 4-4 서비스 리프트 사용시 후크 고정

4.6 비상 하강

- 비상 하강 장비는 고소작업하는 동안 항상 작업장소에서 사용할 수 있어야 한다. 인원은 즉시 대피할 수 있도록 하강 장비에 쉽게 접근할 수 있어야 한다.
- 비상 하강 방법에 대한 자세한 내용은 「A.8 나셀에서 비상 하강」을 참조한다.

4.7 비상대응준비

풍력발전기에서 고소작업을 수행할 시에는 다음과 같은 장비 및 계획을 준비하여야 한다.

- 개인보호구
 - 다음 장비에 국한하지는 않는다.
 - 안전모 (helmet)
 - 서스펜션 트라우마에 대비된 안전대 (harness)
 - 짐줄 (lanyard)

- 비상대응장비
 - 구조 장비(예: 밀라노 허브 A-024)
 - 구조 키트 (rescue kit)
 - 구급 상자 (first aid kit)
 - 블레이드 구조 키트
- 비상구조장비 (선택적)
 - 들것(stretcher)
 - 들것에는 백보드 (backboard) 또는 스트로크바스켓(stokes basket)가 있음
 - 타워, 허브 또는 나셀 공간이 좁은 경우 밀폐공간용 들것 (confined space stretcher)이 필요할 수 있음
 - 백보드(backboard)는 Class III 안전대(harness)와 백보드가 결합된 Spec-Pak 권장

5 풍력발전기 작업

5.1 전기적 안전

- 「14 전기적 안전」을 참조한다.

5.2 기계적 안전

- 「15 기계적 안전」을 참조한다.

5.2 유해에너지 관리

- 「8 유해에너지 관리」를 참조한다.

5.4 나셀 내부 작업

- 나셀 내부 또는 위에서 작업할 때 풍력발전기는 안전한 상태여야 한다. 허브, 블레이드를 포함하여 나셀 상단에서 작업할 때는 항상 로터를 고정시킨다.
- 극단적인 기상 조건(예: 강풍, 번개 및 천둥)에서의 작업은 허용되지 않는다. 「6 기상조건」을 참조한다.
- 풍력 발전기 내부에서 회전 가능한 부품에 대한 작업을 시작하기 전에 드라이브 트레인을 잠가야 한다.
- 작업 공간에는 응급처치키트, 하강장치 및 소화장비가 있어야 한다.

나셀에서 내려오기 전에 다음 사항을 확인한다.

- 작업 영역에서 모든 공구, 부품 및 장비를 제거했는지 확인한다.
- 비상정지버튼이 초기화되었는지 확인한다.
- 나셀 채광창과 서비스 해치를 닫고 잠그고 모든 조명을 꺼졌는지 확인한다.
- 별도의 지침이 없는 경우에는 풍력발전기가 작동하는 동안 나셀에 머물어서는 안된다. 문서(RA 및 SWI)에 따라 특별한 안전 예방 조치를 취해야 한다.

5.5 허브 내부 작업

- 허브에 접근하고 허브에서 작업하려면 유압 로터 잠금 장치를 활성화해야 한다.
- 허브에 진입하기 전에 구조 계획을 수립해야 한다.
- LCTU가 장착된 발전기의 경우 허브 해치를 통해 나셀에서 허브에 접근할 때 LCTU(Lightning Current Transfer Unit)와 블레이드 낙뢰 밴드(Lightning Current Transfer Unit)를 만지지 않는다.

5.6 블레이드 내부에서의 작업

- 블레이드에 접근하고 블레이드에서 작업하려면 블레이드 피치를 고정되어야 한다. 블레이드 피치를 잠그는 방법은 발전기 제조사 매뉴얼을 확인한다.
- 블레이드에 들어가기 전에 구조 계획을 수립해야 한다.

5.7 나셀 외부에서의 작업

작업하기 전에 아래 사항을 확인한다.

- 작업이 작업지침 및 위험성 평가(RA)에 포함되는지 또는 기타 안전 문서가 관련되는지 확인한다. 작업을 시작하기 전에 관련 안전 문서를 사용할 수 있는지 확인한다.
- 작업가능한 기상조건(예: 풍속, 낙뢰 등)에서만 작업이 허용된다.
- 강풍시 나셀 커버를 열어서는 안된다. 「6. 기상조건」을 참조한다.
- 로터와 로터에 가장 가까운 접근로 사이의 지붕 작업은 드라이브 트레인이 잠겨 있는 경우에만 허용된다.
- 타워, 나셀 또는 블레이드의 외부에서 작업할 때 모든 도구는 추락방지끈으로 안전하게 연결되어야 한다.
- 작업 지침에 달리 설명되지 않는 한 발전기 외부에서 작업하는 동안 요 잠금장치와 로터 잠금장치로 항상 잠겨있어야 한다.

- 풍력발전기 외부에서 작업을 수행할 때마다 육상 풍력발전기 주변에 타워 높이의 최소 반경 1/5인 안전 경계를 표시해야 한다. 낙하물에 대한 경고 표지판을 눈에 잘 띄게 게시해야 한다. 차량은 이 안전 경계 밖에 주차해야 한다.
- 2미터 이상의 높이에서 작업하는 사람은 개인 추락 방지 장비(PFPE, Personal Fall Protective Equipment)를 사용해야 한다. 추락 방지 장비에는 안전그네식 안전대(full-body harness), 에너지 흡수 장치가 있는 쥘줄(lanyard), 작업 위치 확보 로프, 추락 방지 장치 및 커넥터가 포함된다.
- 모든 PPE가 유효기간 내에 있고 사용하기에 적합한지 확인한다.
- 풍력발전기 나셀 외부에서 작업을 수행하고 있을 때에는 풍력발전기 아래에서의 작업은 금지한다.
- 오버 헤드 작업(overhead work)이 진행 중일 때마다 승인된 안전모를 의무적으로 사용해야 한다.
- 작업중 추락 위험이 있는 경우, 작업자는 항상 신뢰할 수 있는 앵커 포인트에 연결되어야 한다. 앵커 포인트에 연결해야 작업자의 안전이 보장된다.
- 작업시 낙하물에 주의하여야 하고 이에 대해서는 「4.3 낙하물 주의사항」을 참고한다.

로프작업 (블레이드보수작업)

블레이드 보수와 같이 일부 작업은 로프 접근 기술을 사용하여 수행된다. 이런 경우 다음과 같은 사항을 권장한다.

- 자신의 자격을 확인하고 가능한 작업조건 및 작업내용 내에서 작업해야 한다.
- 이 작업에는 특별히 훈련되고 인증된 로프 접근 작업자가 수행하여야 한다. 일반적으로 IRATA 등에서 인증받은 자격자가 수행하는 것을 권고한다.
- IRATA 규정에 따르면 로프작업은 팀은 2인 이상으로 구성하여야 하고 로프작업 팀장 및 안전감독자는 IRATA 레벨 3 자격자가 담당해

야 한다.(IRATA 규정에 따르면 LEVEL 3 자격자의 감독하에 작업이 가능)

- 로프작업시 「ISO 22846 추락 방지용 개인 장비 - 로프 접근 시스템 - 제1부 작업시스템의 기본원리」를 준용하는 것을 권고한다.

기본원칙

- 다음의 원칙은 최소조건임에 유의한다.
- 로프 접근 작업의 주요 목적은 항상 안전한 작업 시스템을 유지하도록 보증하는 것이다. 이 절에서 설명된 원리들은 작업 안전 시스템을 위한 주요 사항들 중 일부이다. 작업 환경 및 진행되는 업무에 따라 다른 요구사항들이 있을 수 있다.

안전한 작업 시스템의 주요 사항들은 다음에 나타내었지만 이외에도 있을 수 있다.

- 적절한 관리, 감독 및 계획
 - 알맞은 수준의 관리, 감독을 하고 교육을 받고 자격이 있는 사람의 기용
 - 알맞은 장비의 선택, 유지보수 및 취급
 - 다음을 포함하는 작업 방법의 적절한 관리
 - 작업 장비 사용하도록 하는 절차
 - 비상 절차에 대한 조항
 - 제3자의 보호
- 작업 안전 시스템을 유지할 책임이 있는 책임자가 모든 로프-활용 작업을 계획해야 한다.
- 로프 접근 작업을 착수하기 전에, 로프 접근 기술 사용의 적절한지 확인하고 위험 요소들을 대응하기 위해 위험 요소 확인 및 평가를 실행해야 한다.
- 가장 중요한 점은 이중 보호 원리이다. 작업자의 추락을 방지하기 위해 적어도 하나 이상의 지지 대안 방안을 준비하는 것이 필수적이다. 보기를 들면, 하나의 작업 줄에 하나의 안전 줄이 있어야 한

다. 이로써 지지 시스템 중에 한 요소가 오작동하더라도 사고를 방지하기 위한 적절한 보조 수단이 있게 된다. 작업자가 줄로 고정되어 있거나 매달린 상태로 있을 때 적어도 두 개 이상의 독립적으로 고정된 줄이 있어야 하며, 하나는 접근, 이탈 및 지지의 주요 수단이고(작업 줄) 그리고 또 하나는 추가 보조 안전수단이 다(안전 줄).

◦ 비고 적절한 경우, 안전 줄은 다른 형태의 보조 안전장치로 교체될 수 있으며, 교체된 것은 성능이 예전 것과 같거나 더 좋은 것이 바람직하다.

- 다른 보호수단이 없으면, 작업자는 높은 곳으로부터의 추락 위험이 없는 곳에서 시스템을 연결하는 것이 좋다.

로프 접근 시

- 출입 금지 구역을 알맞게 설정하는 것이 좋다. 로프 접근 작업장의 위아래 이외 장소도 출입구역으로 설정할 필요가 있을 수 있다.
- 작업자는 알맞은 작업설비를 통해 작업 줄 및 안전 줄 모두를 연결하는 것이 좋다. 작업설비의 동일한 지점에 두 줄을 연결해도 된다.
- 멍빵은 알맞은 둔부를 지지하는 장비 또는 알맞은 전신 장비가 바람직하다.
- 앉는 자리가 있더라도, 작업자는 항상 일차적으로 멍빵을 통해 작업 줄 및 안전 줄에 연결되어 있어야 한다.
- 안전 줄에서의 보완 장치는 안전 줄 또는 장치에 큰 손상을 일으키지 않고 로프 접근 활동으로 인한 예측 가능한 힘을 견뎌낼 수 있어야 한다.
비고 추락을 방지하거나 제한하기 위해 보완 장치를 더 높게 유지함으로써 이런 힘들을 최소화 할 수 있다.
- 하강기 또는 하강 시스템은 사용자 마음대로 하강길을 조절할 수 있어야 하며 이 때 사용자의 무게, 하강 거리, 안전성(보기, 안전관련 특성의 고장), 조절 가능한 마찰, 열발산에 대해서 고려해

야 하고 핸즈프리 작업의 목적을 위해 정지도 고려해야 한다. 일반적으로 핸즈프리 자동 정지 특성이 있는 하강기가 권장된다.

- 작업자가 작업 줄 또는 안전 줄의 끝에서 부주의하게 탈착하여 하강하는 것을 피하기 위한 조치가 있어야 한다.
- 모든 장비는 용도, 목적에 맞게 이용하는 것이 좋다. 각 장비를 사용하기 전에 검사해야 하고 (사전 사용 점검) 주기적으로 더욱 철저한 검사를 해야 한다. 검사 결과를 기록 유지해야 한다.
- 장비를 적절히 유지, 보수 및 보관하고 제조업자 또는 공급업자를 역으로 추적할 수 있어야 한다.
- 작업자는 신체적으로 충분히 작업 가능하고 안전하게 작업하지 않는 것이 좋다.
- 작업자는 두 명 이상의 팀으로 일을 하고, 그 중 한 명은 관리 감독에 대한 책임 및 자격이 있어야 한다.
- 작업자는 직장동료 구출1회복을 포함한 모든 접근 작업을 수행하는 훈련을 받아 이에 대한 자격이 있어야 한다. 작업자는 그들이 받은 훈련 수준에 알맞은 업무만을 수행해야 한다.
- 작업자는 장비의 사용기한에 대한 인지를 포함해서 장비에 대한 사전 검사에 대한 적격자여야 한다.
- 작업자는 작업 상황 및 조건에 알맞은 복장과 장비를 갖추어야 한다.
- 각 작업장에 대해 구체적인 직장동료 구출1회복 절차가 있어야 한다.
- 작업자는 일반 작업 기술로 스스로 회복하거나, 또는 비상 작업팀 또는 전용 현장 구조팀에 의해 신속하게 또 효율적으로 구출되기 위한 준비가 되어 있어야 한다.
- 능률적인 팀 커뮤니케이션 시스템을 수립해야 한다.
- 작업장의 알맞은 관리감독이 있어야 한다.
- 관리자는 작업장에 알맞은 로프-활용 기술에 정통하고, 그런 기술

의 한계에 대해 알고 있으며 위험 인지 및 위험 평가에 대해 책임을 져야 한다. 관리자는 직장동료 구출/회복에 대한 고급 기술을 갖고 있으며 작업장에 알맞은 직장동료 구출/회복을 조직하거나 관찰할 수 있는 자격이 있는 것이 좋다.

- 모든 가능한 추락에서 작업자가 받을 수 있는 충격력이 6 kN보다 크지 않아야 한다.
- 작업자가 추락으로 인해 지면에 충돌하게 될 가능성은 없어야 한다. 구조물 또는 차단물과 부상 위험이 있는 충돌을 피하기 위해 모든 조치를 취해야 한다.
- 로프 접근 기술은 줄에 고정되거나 매달린 상태로 활동하는 것뿐만 아니라 수평 이동, 에이드클라이밍(에이드 클라이밍은 매달리는 한 방법이다) 및 리드 클라이밍까지 확대될 수 있다. 이런 몇몇 기술들은 추락의 가능성이 있어, 구체적인 위험 인지 및 위험 평가 그리고 알맞은 추락 방지/접근 장비의 선택 후에만 사용해야 한다. 오직 특수 훈련을 받아 자격을 갖춘 작업자만이 이런 형태의 로프 접근 작업을 해야 한다.
- 에이드 클라이밍을 할 때는, 항상 구조물에 적어도 두 개 이상의 연결장치를 부착해야 한다.

6 기상조건

6.1 기본원칙

- 작업자와 현장관리자(관리감독자)는 다음과 같은 기본원칙에 대하여 합의하여야 한다.
 - 발전기 제조사의 별도 규정이 있는지 확인하고 관리자와 작업자가 적용기준을 합의한다.
 - 기상예보는 현장상황을 가장 잘 반영하는 기상예보원을 지정하고 활용한다.
 - 기상조건은 현장에서 측정되는 항목의 경우, 현장에서 측정된 것을 활용한다.
- 풍력발전기에 대한 접근 또는 작업은 다음과 같은 한계 기상조건에 의해 제한될 수 있지만 이에 국한되지 않는다.
 - 풍속
 - 기온 (고온/저온)
 - 맑은 날씨에서 작업
 - 습도
 - 자외선
 - 낙뢰
 - 얼음/눈이 풍력발전기에서 떨어질 위험성
 - 해상상태
 - 가시성

6.2 역할과 책임

6.2.1 현장관리자(관리감독자)

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 잠재적인 유해·위험요인(hazard), 질병 또는 부상으로 이어지는 환경

및 작업장 조건을 인식하고 이러한 위험을 완화하기 위한 조치를 취한다.

- 해당 기상 조건에 적합한 개인보호구와 의복을 선택하여 공급한다.
- 교대작업의 교대 시작 시 작업그룹에 작업 조건 및 날씨 문제에 대한 개요를 제공한다.
- 모든 작업자 및 직원이 작업 기상조건과 관련된 모든 요구조건을 준수하도록 한다.
- 모든 작업자 및 직원이 고온에 의한 증상 인식, 열 관련 질병 치료 및 열 스트레스 지수 인식에 대한 교육을 시행한다.
- 전체 작업 일정을 시작하기 전에 더운 날씨 조건에 적응할 시간을 제공하고 직원이 자신의 페이스(pace)를 설정하고 필요시 추가적인 작업 중지를 취할 수 있도록 한다.
- 외부 온도와 달리 풍력발전기 내부는 열이 응집되고 외부로 배출되지 않는 특성으로 인하여 발전기 내부의 온도는 외부온도보다 더 높다는 것을 고려한다. 열지수를 이용하여 발전기 내부의 온도와 습도에 따라 작업금지를 상황을 설정하여야 한다. (예시 : 열지수가 “높음(high)”인 경우에는 작업 중지)
- 계약자가 필요에 따라 직원에게 필요한 개인보호구 및 장비를 공급하도록 한다.
- 모든 작업자 및 직원이 이러한 요구조건에 대한 교육을 받았고 작업을 수행할 수 있는 적절한 지식과 기술이 있는지 확인한다.

6.2.2 작업자

작업 시작 전

작업자는 풍력발전단지 현장 또는 풍력 발전기 내부에서 작업을 시작하기 전에 다음을 확인한다.

- 전체 작업시간을 고려하여 기상예보에 대한 정보를 정기적인 업데이트한다.
- 일기예보를 바탕으로 작업 조건 및 환경에 대한 위험성 평가(RA)/작

업안전분석(JSA)을 한다.

- 특히, 산악지역의 경우, 기상예보와 현장 상황은 다를수 있다는 점에 유의한다.
- 더위, 추위, 비 또는 눈으로부터 작업자를 보호할 수 있는 적절한 대피소가 있는지 확인한다. 이는 육체적 효율성을 감소시키고 더위와 추위 스트레스의 가능성을 증가시킬 수 있다.

작업 중

작업자는 풍력발전기에서 작업하는 동안 다음 사항을 확인한다.

- 필요에 따라 기상예보에 대한 정보를 정기적인 업데이트한다.

6.3 풍속 조건

6.3.1 유지보수 작업시 풍속

- 풍속의 모니터링 및 평가는 항상 개별 발전기 측정 시스템의 측정을 기반으로 하며 10분(600초)동안 측정한 평균 바람 속도를 사용한다.
- 작업높이에서 유지보수 작업시 풍속에 다른 작업 제약조건은 아래와 같이 적용할 수 있다. (Besnard, On Optimal Maintenance Management for Wind Power Systems, 2009)

표 6-1 유지보수작업시 풍속제한

풍속 [m/s]	제한사항
≥30	현장 접근 금지
≥20	풍력발전기 등반 금지
≥18	나셀 루프도어 개방금지
≥15	나셀 루프 작업 금지
≥12	허브 내 작업 금지
≥10	너셀에서 양중작업 금지
≥7	블레이드 해체 금지

- 아래의 사항을 고려하여 좀 더 보수적으로 설정하는 것을 권고한다.

- 기상예보일보 기준 (해발 10m 기준) 풍속 20~25㎞를 초과하는 경우, 교량진입이 금지되는 경우가 있어 비상대응이 힘들어지므로, 풍속이 20㎞를 초과하는 것이 예상되는 경우, 풍력발전단지 접근을 금지하는 것을 권고한다.
- 풍속이 풍력발전기를 고정시킨 상태에서 요, 로터 및 피치 잠금 시스템의 기계적 설계의 최대 용량 값을 초과할 때는 풍력발전기에서 작업하지 않는다.
- 기계적으로 잠글 수 없는(LOTO) 풍력 발전기의 경우 작업 작업의 위험성 평가(RA)/작업안전분석(JSA)을 완료하고 시정 조치를 적용하여 보건 및 안전 위험성을 줄이거나 제거해야 한다.
- 외부 크레인을 사용한 양중 작업 중에는 항상 풍속을 별도로 고려해야 한다. 양중 감독자와 크레인 작업자는 각 양중과정을 검토하고 안전성을 평가해야 한다. 풍향 제한을 확인하기 위해 양중 계획을 항상 참조해야 한다.
- 위의 풍속 제한은 헬리-호이스트 플랫폼에서 헬리-호이스트 작업과 관련된 작업은 포함되지 않았다. 이 경우 사용되는 헬리 호이스트 해당 제품의 사양 등을 고려하여 별도로 설정하여야 한다.

6.3.2 해상작업시 풍속

- 해상풍력의 경우, 풍력발전기에 접근하기 위하여 파랑과 풍향을 같이 고려하여야 한다.
- 구조자원(선박 또는 항공기)의 접근을 고려하여 풍속을 제한할 필요가 있다. 이는 현지 구조자원 현황을 조사/분석하여 반영한다.



전국 태풍급 강풍 주의!

천막, 간판, 철탑 등 시설물 관리와 산불 위험에 주의해주세요!

계급	명칭	지상 10m에서의		육상상태
		상당풍속 (m/s)	상당풍속 (km/h)	
0	고요	0-0.2	<1	연기가 수직으로 올라감
1	실바람	0.3-1.5	1-5	풍향은 연기가 날리는 것으로 알 수 있으나, 풍향에는 움직이지 않음
2	남실바람	1.6-3.3	6-11	바람이 얼굴에 느껴질 나뭇잎이 흔들리며 깃발이 가볍게 날림
3	산들바람	3.4-5.4	12-19	나뭇잎과 가는 가지가 끊임없이 흔들리고 깃발이 가볍게 날림
4	건들바람	5.5-7.9	20-28	먼지가 일고 종잇조각이 날리며 작은 가지가 흔들림
5	흔들바람	8.0-10.7	29-38	잎이 무성한 작은 나무 전체가 흔들리고 호수에 물결이 일어남
6	튀바람	10.8-13.8	39-49	큰 나뭇가지가 흔들리고 전선이 울리며 우산받기가 곤란함
7	센바람	13.9-17.1	50-61	나무 전체가 흔들리며, 바람을 안고서 걸기가 어려움
8	큰바람	17.2-20.7	62-74	작은 나뭇가지가 꺾이며, 바람을 안고서는 걸을 수가 없음
9	큰센바람	20.8-24.4	75-88	가옥에 다소 손해가 있음
10	노대바람	24.5-28.4	89-102	내륙 지방에서는 보기 드문 현상임 수목이 뿌리채 뽑히고 가옥에 큰 손해가 일어남
11	왕바람	28.5-32.6	103-117	이런 현상이 생기는 일은 거의 없음 광범위한 파괴가 일어남
12	쌩쓸바람	32.7-	118-	-

※ 보퍼트 풍력계급표

힘내라-대구정부를 힘내라-대한민국


기상청

산림청

소방청

그림 6-1 보퍼트 풍력계급

6.4 고온 조건

6.4.1 기본원칙

고온에서 수행되는 작업은 열과 습도의 결합한 열(스트레스)지수 매트릭스를 사용하여 통제할 수 있다.

- 긴급한 상황이 아닌 경우 “관심”인 경우에는 작업을 중지하는 것을 권고한다.
 - 열과 습도를 둘 다 측정할 수 있는 기기를 사용한다.
 - 열과 습도의 영향은 개별적이라는 것을 항상 기억한다.
 - 이 수치는 지침일 뿐이며 최종적인 판단은 작업자가 하여야 한다.
- 작업대비 휴식의 비율을 조정한다. 기어박스 및 메인 샤프트 교체와 같은 고강도 작업은 회의, 보정 및 장비 측정과 같은 저강도 작업보다 더 많은 휴식이 필요하다는 것을 고려하고 작업을 계획한다.

<div> ☀️ 폭염영향예보(폭염특보) 관심 주의 (폭염주의보) 경고 (폭염경보) 위험 </div>															
기온(℃) 습도(%)	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
50	27.1	28.1	29.1	30.1	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
55	27.5	28.5	29.5	30.5	31.5	32.5	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5	40.5	41.5
60	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41.1	42.1
65	28.4	29.4	30.4	31.4	32.4	33.4	34.4	35.4	36.5	37.5	38.5	39.5	40.5	41.6	42.6
70	28.8	29.8	30.8	31.8	32.8	33.8	34.9	35.9	36.9	37.9	39	40	41	42.1	43.1
75	29.2	30.2	31.2	32.2	33.2	34.3	35.3	36.3	37.4	38.4	39.4	40.4	41.5	42.5	
80	29.5	30.6	31.6	32.6	33.6	34.7	35.7	36.7	37.8	38.8	39.9	40.9	41.9	43	
85	29.9	30.9	32	33	34	35.1	36.1	37.2	38.2	39.2	40.3	41.3	42.4	43.4	
90	30.3	31.3	32.3	33.4	34.4	35.5	36.5	37.6	38.6	39.6	40.7	41.7	42.8		
95	30.6	31.7	32.7	33.8	34.8	35.9	36.9	37.9	39	40.1	41.1	42.2	43.2		
100	31	32	33.1	34.1	35.2	36.2	37.3	38.3	39.4	40.4	41.5	42.6			

그림 6-2 열지수
(물 그늘 휴식 열사병 예방 3대 기본수칙 이행가이드,
안전보건공단 2020-기술총괄본부-323)

- 관심 [체감온도 31℃ 이상]
 - 질병예방(식중독, 장티푸스 등)을 위해 사업장의 청결관리에 유의
 - 충분한 수분섭취를 위하여 시원하고 깨끗한 물 준비
 - 작업자가 쉴 수 있는 그늘 준비

- 열사병 등 온열질환 민감군 사전 확인
- 주의 [체감온도 33°C 이상 2일 이상 지속, 폭염주의보]
 - 시원하고 깨끗한 물을 충분하게 제공
 - 작업자가 쉴 수 있는 그늘 제공
 - 매시간 마다 10분씩 그늘에서 휴식하기
 - 무더위 시간대(14시~17시)에는 옥외작업 단축 또는 작업시간대 조정
 - 옥외작업을 할 때는 가급적 아이스 조끼, 아이스팩 등 보냉장구 착용
 - 열사병 등 온열질환 민감군에 대하여는 휴식시간 추가 배정
- 경고 [체감온도 35°C 이상 2일 이상 지속, 폭염경보]
 - 시원하고 깨끗한 물을 충분하게 제공
 - 작업자가 쉴 수 있는 그늘 제공
 - 매시간 마다 15분씩 그늘에서 휴식하기
 - 무더위 시간대(14시~17시)에는 불가피한 경우를 제외하고 옥외작업 중지
 - ※ 불가피한 옥외작업을 할 경우 휴식시간 충분히 부여
 - 옥외작업을 할 때는 가급적 아이스 조끼, 아이스팩 등 보냉장구 착용
 - 열사병 등 온열질환 민감군에 대하여는 옥외작업 제한
- 위험 [체감온도 38°C 이상]
 - 시원하고 깨끗한 물을 충분하게 제공
 - 작업자가 쉴 수 있는 그늘 제공
 - 매시간 마다 15분 이상씩 그늘에서 휴식하기 옥외작업 자제
 - 무더위 시간대(14시~17시)에는 재난 및 안전관리 등에 필요한 긴급조치 작업 외 옥외작업 중지
 - ※ 긴급작업을 할 경우에도 휴식시간 충분히 부여

- 옥외작업을 할 때는 가급적 아이스 조끼, 아이스팩 등 보냉장구 착용
 - 열사병 등 온열질환 민감군에 대하여는 옥외작업 제한
- ※ 국내 폭염특보는 폭염주의보와 폭염경보로 나뉜다.
- 폭염주의보 : 일 최고 체감온도 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때
 - 폭염경보 : 일 최고 체감온도 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때

6.4.2 열사병 예방 원칙

- 아래 표와 같이 몇 가지 간단한 예방 조치를 통해 열사병을 예방할 수 있다.

표 6-2 열사병 예방.

예 방법	설 명
Hydrate 수화한다	체내 수분을 잘 유지한다.
	고온에서 작업하기 전, 작업 중, 작업 후에 충분한 물을 마신다.
Ventilate 환기한다	체온을 낮추는데 데 도움이 되는 공기가 잘 통하는 장소에 머문다.
	주변 온도보다 낮은 서늘하고 그늘진 탁 트인 장소에 앉는다.
Appropriate clothing 적절한 의복	몸을 시원하게 유지하는 통풍이 잘 되는 옷을 입는다.
Limit yourself 자신 자제	열사병은 1시간 이내에 발생할 수 있다.
	고온에 노출되는 시간을 제한한다.
	덥거나 현기증이 나면 그늘진 곳에서 휴식을 취하고 수분을 공급한다.

- 육체가 땀을 통해 체온을 낮출 수 없을 때 심각한 열질환(heat-illness)이 발생할 수 있다는 점에 유의한다.
 - 가장 심각한 열질환은 열사병(heat stroke)과 일사병(heat exhaustion)이다. 처치하지 않는 경우, 일사병(heat exhaustion)은

열사병(heat stroke)으로 진행될 수 있고, 죽음에 이를 수 있다.

- 열사병이란 고온의 환경에 장시간 노출됨에 따라 신체의 온도가 37-40도까지 오르면서 발생하게 되는 질환으로 땀으로 빠져나간 수분 및 염분을 충분히 보충하지 못해 발생하며 주로 어지럼증과 두통, 구역질 등 탈진과 유사한 증상을 보인다.
- 열사병은 일사병과 동일하게 고온의 환경에 장시간 노출되면서 발생하는 질환으로 체온 조절을 담당하는 중추 신경계가 망가져 체온이 지속적으로 오르는 병이다.
- 더위와 관련된 질병은 다음과 같은 증세가 발생하니 주의한다.
 - 현기증
 - 가벼운 메스꺼움 (Mild nausea)
 - 착란 (Confusion)
 - 졸음
 - 과도한 발한 (Profuse sweating)

6.4.3 고온조건에서 발전기 및 야외 작업시 예방조치

열 관련 질병을 피하기 위해 다음 예방 조치를 취해야 한다.

- 고온에서 단독작업은 지양하고 항상 팀으로 일한다. 각 팀 구성원들은 동료에게 열사병 징후가 있는지 모니터링하여야 한다.
- 탄산음료나 카페인 음료를 피하고 물을 충분히 마신다.
 - 고온에서 작업시에는 20분마다 250ml정도의 물을 마시는 것을 권장한다.
 - 극한 조건에서는 전해질 보충제 사용을 고려한다.
 - 작업자는 아침 작업 시작 전과 점심 식사 후에 500ml의 물을 마실 것을 권장한다.
 - 충분한 물과 함께 적은 양의 식사를 하고 기름진 음식을 피한다.
- 외부 온도와 달리 풍력발전기 내부는 열이 응집되고 외부로 배출되지 않는 특성으로 인하여 발전기 내부의 온도는 외부온도보다 더 높다는 것을 고려한다.

- 일체형 방진복 또는 “도장용 작업복”과 같은 보호복(barrier suits)을 착용하면 신체에 스트레스가 증가하므로 고온에 익숙하지 않거나 적응되지 않은 작업자는 보호복을 사용하기 전에 추가 예방 조치를 취해야 한다.
- 직원은 피부 문제가 있으면 즉시 관리자에게 보고해야 한다.

6.4.4 맑은 날씨에서 야외 작업시

작업자 및 직원은 맑은 날씨에서 작업시 아래의 사항에 대하여 주의하여야 한다.

- 장시간 극한의 햇빛에 노출되면 눈과 피부에 일광 화상과 잠재적으로 일사병이 발생할 수 있다.
- 습도와 직사광선으로 인해 체감 온도가 온도계에 표시된 온도보다 훨씬 더 높을 수 있다.

덥고 햇볕이 강한 조건에서 풍력발전기 현장 또는 주변에서 작업하는 작업자는 다음 예방 조치를 취해야 한다.

- 물을 충분히 마신다.
- 자외선 차단제를 사용한다.
- 극한의 햇빛을 보호하기 위해 긴 소매와 바지를 착용한다.
- 선글라스를 사용하여 눈을 보호한다.
- 열로부터 머리를 보호하기 위해 모자 또는 안전모(PPE)을 착용한다.
- 가능하면 그늘을 찾는다.
- 기분이 좋지 않으면 그늘지고 개방된 장소로 이동한다.
 - 수분을 공급하고 체온을 낮춘다. 필요에 따라 머리와 몸을 물로 식힌다.
 - 필요한 경우 즉시 전문적인 의료 처치를 받는다.

6.4.5 응급조치 요령

- 부록 B 응급처치 편을 참조한다. ?

6.5 저온 및 결빙 조건에서의 작업

6.5.1 기본원칙

- 체감온도 산출표를 참조하여 현장의 기온 및 풍속에 따라 대응방법을 다르게 한다.
 - 야외에서 작업할 때 강한 바람은 신체에 강한 냉각 효과(바람 한랭 인자)를 준다. 바람의 냉기 요인으로 인해 온도계가 표시하는 온도보다 훨씬 더 차갑게 느껴진다.
 - 『겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼』(안전보건공단)을 참조한다.

• 체감온도 산출표

		관심 주의 경고 위험										
기온 (℃)	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20	
풍속 (m/sec)												
1.4	-1.6	-3.9	-6.1	-8.4	-10.7	-13.0	-15.2	-17.5	-19.8	-22.0	-24.3	
2.8	-3.3	-5.7	-8.1	-10.5	-12.9	-15.3	-17.7	-20.1	-22.5	-24.9	-27.2	
4.2	-4.4	-6.9	-9.4	-11.8	-14.3	-16.8	-19.2	-21.7	-24.2	-26.6	-29.1	
5.6	-5.3	-7.8	-10.3	-12.8	-15.4	-17.9	-20.4	-22.9	-25.5	-28.0	-30.5	
6.9	-5.9	-8.5	-11.0	-13.6	-16.2	-18.7	-21.3	-23.9	-26.4	-29.0	-31.6	
8.3	-6.5	-9.1	-11.7	-14.3	-16.9	-19.5	-22.1	-24.7	-27.3	-29.9	-32.5	
9.7	-7.0	-9.6	-12.2	-14.9	-17.5	-20.2	-22.8	-25.5	-28.1	-30.7	-33.4	
11.1	-7.4	-10.1	-12.7	-15.4	-18.1	-20.8	-23.4	-26.1	-28.8	-31.5	-34.1	
12.5	-7.8	-10.5	-13.2	-15.9	-18.6	-21.3	-24.0	-26.7	-29.4	-32.1	-34.8	
13.9	-8.1	-10.9	-13.6	-16.3	-19.0	-21.8	-24.5	-27.2	-30.0	-32.7	-35.4	
15.3	-8.5	-11.2	-14.0	-16.7	-19.5	-22.2	-25.0	-27.7	-30.5	-33.2	-36.0	
16.7	-8.8	-11.5	-14.3	-17.1	-19.9	-22.6	-25.4	-28.2	-30.9	-33.7	-36.5	

그림 6-3 한랭바람지수 (Wind Chill Index)

6.5.2 저체온증 예방

저체온증은 COLD 규칙(Cover, Overexertion, Layers, and Dry, 덮고, 발한을 막고 여러 겹으로 입고 건조하게)을 따르면 가장 효과적으로 예방할 수 있다.

표 6-3 COLD 규칙 및 설명

규 칙	설 명
Cover 덮는다	체온이 머리, 얼굴, 목에서 빠져나가는 것을 방지하기 위해 모자나 기타 보호 덮개를 착용한다.
	가능하면 손가락 장갑 대신 병어리 장갑으로 낀다. 참고: 병어리장갑은 손가락이 서로 밀착되어 있기 때문에 더 효과적이다.
Overexertion 과로	과도한 발한을 유발하는 활동을 피한다. 참고: 발한(땀을 흘리는 것)과 추운 날씨가 결합되면 체온이 빠르게 손실될 수 있다.
Layers 레이어	여러 겹의 헐렁하고 가벼운 옷을 입는다.
	촉촉하게 짜여진 방수 소재의 겹옷을 착용한다(바람을 막는 데 가장 적합).
	체온을 유지하기 위해 울, 실크 또는 폴리프로필렌 내피를 착용한다(면보다 보온성이 우수함).
Dry 마른	가능한 한 건조하게 유지한다.
	가능한 한 빨리 젖은 옷을 벗는다.
	특히 손과 발을 항상 건조하게 유지한다.

6.5.3 현장관리자(관리감독자) 유의사항

현장관리자(관리감독자)는 추위와 결빙 조건을 피하기 위해 다음 예방 조치를 취해야 한다.

- 적절한 위험성 분석을 수행하고 추운 날씨 동안 안전을 보장하는 적절한 안전 대책을 시행할 책임이 있다.
- 전 직원을 대상으로 증상인식, 한랭 스트레스 장애(cold stress disorder) 치료, 한랭바람지수(체감온도, wind-chill index) 교육을 실시한다.
- 직원들이 땀을 많이 흘리지 않도록 작업 일정을 주의 깊게 계획한다.
- 적절하고 적합한 작업복을 제공한다. 작업복은 마른 상태이어야 하고 기본 레이어, 중간 레이어 및 적절한 외투로 구성되어야 한다.
- 적절한 작업 휴식 체제 또는 일정과 추위로부터의 구호를 위한 따뜻

한 대피소를 제공한다.

- 따뜻한 무알코올 음료 및/또는 국물을 제공한다.
- 금속이 드러나 있는 장비 제어반, 시트 등은 비전도성 재료로 덮는다.

표 6-4 단계에 따른 조치사항

단 계	온도기준	조치사항
일상적 관심	관리 0℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> • 주·일간 작업계획 및 휴식시간 배분계획을 수립한다. • 건강진단 결과에 따라 작업에 적합한 인력을 배치한다. • 민감군(고혈압, 당뇨병, 갑상선 기능저하자, 뇌심혈관질환자, 고령자 등)을 확인한다. • 예방교육을 실시한다. • 비상연락망을 구축한다. • 휴게공간을 마련한다.
한파 관심	영하 6℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> • 기상상황 및 예방조치사항 정보를 제공한다. • 추운시간대에 휴게시간을 배치한다. • 따뜻하고 깨끗한 물을 제공한다.
한파 주의보	영하 12℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> • 기상상황 및 예방조치사항 정보를 제공한다. • 특보상황 및 작업환경에 따른 적절한 휴게시간을 배정한다. • 따뜻하고 깨끗한 물을 제공한다. • 젖은 옷을 갈아입을 수 있는 장소와 휴식을 취할 수 있는 따뜻한 장소를 제공한다. • 작업자들끼리 서로 짝을 지어 상대방의 한랭질환 경고증상을 관찰하고 조치할 수 있도록 한다. • 한랭질환 경고증상을 호소하는 작업자 스스로 작업을 중지하고 쉴 수 있도록 조치한다.
한파 경보	영하 15℃ 이하	<ul style="list-style-type: none"> • 기상상황 및 예방조치사항 정보를 제공한다. • 특보상황 및 작업환경에 따른 적절한 휴게시간을 추가로 배정한다. • 민감군 및 중작업(重作業) 수행 작업자에 대한 작업관리를 실시한다. • 따뜻하고 깨끗한 물을 제공한다. • 젖은 옷을 갈아입을 수 있는 장소와 휴식을 취할 수 있는 따뜻한 장소를 제공한다. • 필요 시 작업자에게 핫 팩을 제공한다. • 작업자들끼리 서로 짝을 지어 상대방의 한랭질환 경고증상을 관찰하고 조치할 수 있도록 한다. • 한랭질환 경고증상을 호소하는 작업자 스스로 작업을 중지하고 쉴 수 있도록 조치한다.

6.5.4 작업자 유의사항

출고 결빙 조건에서 작업할 때는 다음사항을 준수한다.

- 온도에 따른 주의사항을 숙지한다.

표 6-5 단계에 따른 주의사항

단 계	지수범위	주의사항
관 심	-3.2 이상	<ul style="list-style-type: none"> • 추위가 느껴지기 시작함 • 옷을 따뜻하게 입음 • 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 함
주 의	-10.5이상 -3.2미만	<ul style="list-style-type: none"> • 추위를 느끼는 정도가 증가함 • 옷을 따뜻하게 입고 방한모, 장갑, 목도리 등을 착용함 • 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 함
경 고	-15.4이상 -10.5미만	<ul style="list-style-type: none"> • 노출된 피부에는 매우 찬 기운이 느껴짐 • 방한용품 없이 장기간 피부 노출 시 저체온증의 위험이 있음 • 야외에 있을 경우 지속적으로 몸을 움직이도록 함 • 방풍기능이 있는 겉옷을 입고, 안에 겹겹이 옷을 입어야 함 • 방한모, 장갑, 목도리, 방수 신발 등을 착용함 • 옥외 작업 시 땀 흡수가 잘 되는 내복을 입도록 함 • 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 하고, 젖은 즉시 갈아입음
위 험	-15.4 미만	<ul style="list-style-type: none"> • 장시간 옥외작업 시 저체온증과 더불어 동상의 위험이 있음 • 실내에 머무르며, 옥외에 있을 경우 지속적으로 몸을 움직이도록 함 • 피부가 바람에 직접 노출되지 않도록 함 • 방풍기능이 있는 겉옷을 입고, 안에 겹겹이 옷을 입어야 함 • 방한모, 장갑, 목도리, 마스크, 방수 신발 등을 착용함 • 옥외 작업 시 땀 흡수가 잘 되는 내복을 입도록 함 • 옷이나 신발 등이 젖지 않도록 하고, 젖은 즉시 갈아입음

- 극도로 낮은 온도에서 공구 및 장비로 작업할 때는 주의해야 한다.
- 사지가 적절하게 보호한다.
- 얼음 밟/또는 눈으로 덮인 풍력 발전기에 접근할 때는 주의해야 한다.

- 보호되고 가급적이면 난방이 되는 장소에서 정기적으로 휴식을 취한다. 따뜻한 음료를 마시고 자주 먹는다. 피로감을 느끼면 더 오래 휴식을 취하고 작업을 중단하는 것을 고려해야 한다.
- 추운 환경에서 장시간 작업할 수 있도록 충분한 음식과 음료를 작업장으로 가져온다.
- 손가락과 발이 잠재적으로 마비되고 손가락과 발과 같은 사지를 제어하는 능력이 상실되는지에 주의한다.
- 기분이 좋지 않으면 발전기를 오르내리려고 시도하지 않는다.
- 버디 시스템(buddy system)을 항상 적용한다. 작업자들은 서로의 보건 및 안전을 돌봐야 한다.
- 작업 수행에 영향을 미칠 수 있는 추가 중량 및 의복의 부피를 고려하여 작업을 계획한다. 오래 서있거나 가만히 앉아 있는 것을 최소화한다.
- 바람이 많이 부는 곳, 통풍이 잘 되는 곳, 보호되지 않은 곳에서 최대한 멀리 떨어진 곳에서 작업한다.
- 32°F(0°C) 미만의 온도에서는 코 컵(nose cup) 없이 공기 정화 호흡기(APR)를 착용할 수 없다.
- 4°C(40°F) 미만의 온도에서는 전동식 공기 정화 호흡기(PAPR, Powered APR)를 사용하지 않는다. 안면 부분에 발생하는 공기흐름이 차갑기 때문이다.

6.5.5 폭설 및 결빙시

다음과 같은 눈과 얼음 유해·위험요인(hazard)에 주의한다.

- 추운 날씨와 폭설 중에는 특히 추운 날씨에 발전기가 정지된 경우 블레이드나 나셀에서 얼음이나 큰 눈덩이가 떨어질 위험이 있다.
- 발전기가 시동될 때, 특히 추운 날씨가 지난 후에 블레이드와 나셀에서 얼음 및/또는 눈이 떨어질 위험이 있다.
- 얼음 및/또는 눈이 떨어질 위험이 있는 상태에서 발전기에 접근해야 하는 경우 예방 조치를 취하고 바람을 등지고(뒤에서 바람을 맞으며)

접근한다.

- 기상 조건을 평가하고 결빙 위험이 관련성이 있는 것으로 추정되면 되도록 바람을 등지고 안전한 거리(> 300m)에서 원격으로 발전기를 정지시킨다. 쌍안경(> 10×50 배율 권장)을 사용하여 되도록 바람을 등지고 안전한 거리(타워 높이의 1/5)에서 발전기가 결빙되었는지 검사한다. 눈이나 얼음이 떨어질 위험이 있는 경우 발전기에 접근하지 않는다. (시정 감소로 인해 결빙 위험이 의심되는 상황에서 낙빙 위험을 확인할 수 없는 경우 접근을 자제한다.)
- 결빙 위험이 있는 기상 조건에서 발전기가 정지된 경우 안전한 거리(> 300m)에서 원격으로 발전기를 다시 시작한다.
- 블레이드에 결빙 위험이 있는 기상 조건에서 나셀에서 작업을 수행해야 하는 경우 나셀 해치를 닫아 둔다.
- 낙빙 위험은 사무실 건물, 컨테이너 및 크레인과 같은 높은 건물이나 장비 주변에서도 발생할 수 있다.
- 결빙으로 인한 사람 및 차량의 미끄러짐 위험을 줄이기 위해 주요 도로 및 통행로에 제설제, 쇄석 등을 이용하여 제설/제빙 작업하는 것을 권고한다.

6.5.6 발전기 부품 야외 보관시

발전기 부품을 야외에서 보관할 때는 다음 주의 사항을 준수한다.

- 풍력 발전기 부품을 항상 철저히 점검한다.
- 풍력 발전기 부품을 지면에서 양중하기 전에 풍력 발전기 부품 내부와 외부의 모든 얼음 및/또는 눈을 치운다.

6.6 낙뢰

6.6.1 풍력발전기 유지관리중 낙뢰시

낙뢰 동안 발전기 낙뢰 보호 장치에도 불구하고 풍력 발전기에 충격을 주는 낙뢰 위험이 높다. 낙뢰시 작업자는 나셀, 허브, 블레이드 및 요 단면에 있어서는 안된다.

- 발전기 작업을 계획할 때는 특히 항상 낙뢰의 위험에 중점을 두고 일기예보를 참조해야 한다. 낙뢰가 예기치 않게 빠르게 진행될 수 있음을 고려하여 작업 중 지속적인 관찰이 필요하다.
- 낙뢰가 예상되면 뇌우가 다가오면 발전기에서 대피하여야 한다. 대피하기 전에 나셀의 모든 문/해치 및 개구부를 닫는 것을 잊지 않아야 한다. 발전기를 떠날 수 있는 시간이 부족하다면 대안은 발전기의 지정된 안전 구역으로 대피하는 것이다.
- 낙뢰가 접근/발생할 때 풍력발전기에서 작업 중인 경우(번개는 볼 수 있지만 천둥은 들을 수 없음):
 - 폭풍은 발전기에서 약 10-30km 떨어져 있을 가능성이 있다. 폭풍이 아직 가깝지 않은 것으로 판단되는 경우 발전기에서 대피할 수 있다.
- 풍력발전기 근처에서 낙뢰가 발생하는 것으로 파악될 때 풍력발전기에서 작업 중일 경우(천둥 소리가 들림):
 - 폭풍은 풍력발전기에서 0-15km 떨어진 곳에서 가깝다.
 - 풍력발전기를 떠날 시간이 부족한 것으로 판단되는 경우, 지정된 안전 구역 중 한 곳으로 즉시 이동해야 한다(요잉 구역 아래 및 지면 높이의 플랫폼). 가능하면 전기 캐비닛이 없는 플랫폼을 선택한다. 전기 캐비닛이 있는 플랫폼에서 캐비닛 도어가 닫혀 있는지 확인하고 캐비닛 도어에서 멀리 떨어져 있어야 한다.
- 플랫폼 중앙에 앉거나 서서 타워 벽을 만지지 않는다. 관련 조치사항을 안전 관리자에게 알린다.
- 차량은 일반적으로 낙뢰로부터 안전한 영역으로 간주된다.

- 낙뢰가 발전기 근처에 발생하고 있고 안전하게 발전기를 떠날 수 없는 경우 지정된 안전 구역 중 한 곳에 있는 타워에 머문다(다음 그림 참조).
- 발전기에 다시 진입할 때 블레이드에서 “딱딱”거리는 소음이 발생한다면 여전히 정전기가 충전될 수 있는 것으로 주의한다. 방전될 때까지 블레이드 내부 또는 블레이드 위에서 작업하지 않는다.
- 작동 중 낙뢰가 발생하더라도 발전기는 정상적으로 계속 작동한다.
- 타워, 사다리, 전기 부품을 만지지 않는다.

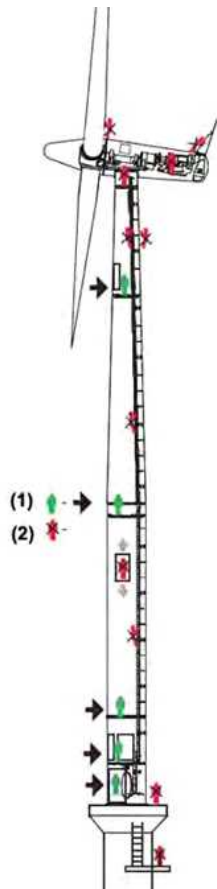
6.6.2 풍력발전기 안전구역 설정

낙뢰시 플랫폼에 대피하는 상황에 대비하여 아래의 사항에 대하여 풍력발전기 제조사에 문의하여 안전구역을 설정하고 이를 안전지침에 반영하고 교육시킨다.

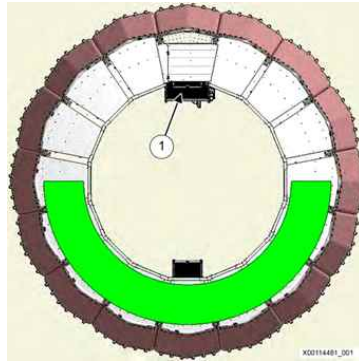
- 낙뢰시 풍력발전기의 각 플랫폼에 대피할 수 있는 인원제한을 설정하여야 한다. 발전기의 규모에 따라 인원수는 달라진다.
- 요(YAW) 플랫폼을 제외한 모든 타워 플랫폼은 접지되어 있으며 일반적으로 안전 구역으로 분류되지만 제조사에 확인하여 지정한다.
- 볼트로 고정된 강재 쉘 타워에서는 케이블 사다리 반대편 플랫폼의 절반만 안전 구역으로 간주되지만 제조사에 확인하여 지정한다.
- 차량은 낙뢰로부터 안전한 영역으로 간주된다.

6.6.3 해상에서 낙뢰시

- 낙뢰가 발생한 경우, 서비스 선박은 발전기에 접근하지 않는다.
- 낙뢰가 점점 커지고 접근할 때 발전기에 있는 경우(번개는 볼 수 있지만 천둥은 들리지 않음):
 - 서비스 선박을 호출하고 풍력발전기를 떠난다. 선장의 지시를 따른다.
 - TP/기초에서 서비스 선박으로 이동할 수 없는 경우 타워의 안전 구역에 머물고 타워 벽을 만지지 않는다.



- (1) 안전 구역
- (2) 안전하지 않은 구역



녹색 지역은 변개 폭풍의 안전지대다.
(1) 액세스 해치

참고: 풍력발전기 모델별로 타워 구성이 다를 수 있으므로 이 그림은 참고용임

그림 6-4 발전기의 안전 구역 (예시 : Siemens)

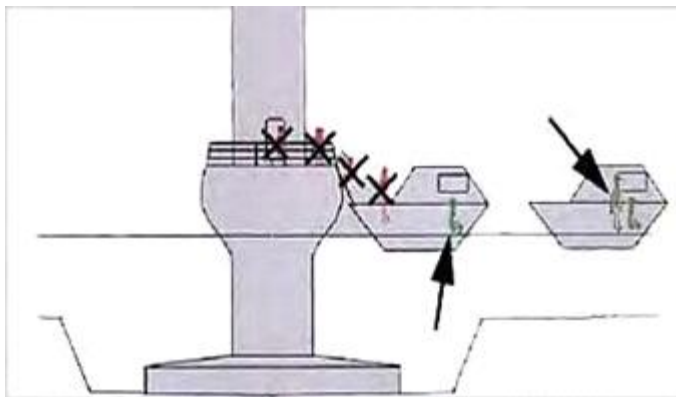


그림 6-5 서비스 선박으로 이동시 안전구역
(예시 : Siemens)

- 어떠한 경우에도 물에 뛰어들지 않는다.
- 낙뢰가 근처에 있을 때 발전기에 있는 경우(천둥 소리가 들림):
 - 육상과 동일한 절차를 따르고 풍력발전기 안전 구역으로 대피한다. 본인의 행동을 서비스 선박에 알린다.

6.7 가시거리 미확보시

6.7.1 야간작업

일반 조명/조명이 필요한 구역에서 어두운 시간 동안의 모든 작업 활동에서 아래의 사항을 확인해야 한다.

- 모든 출구, 통로 및 소집 지점은 명확하게 조명되고 표시되어야 한다.
- 작업의 종류에 따라 다음 기준에 따라 조명하여야 한다.
 1. 초정밀작업: 750럭스(lux) 이상
 2. 정밀작업: 300럭스 이상
 3. 보통작업: 150럭스 이상
 4. 그 밖의 작업: 75럭스 이상
- 사다리 진출입(access and egress) 영역을 명확하게 조명되어야 한다.
- 베요넷(bayonet) 전구가 통로 및 계단 조명용 스트링거로 사용되는 경우, 케이지로 보호해야 한다.
- 조명은 눈부심을 피할 수 있는 위치에 있어야 하며 조명되어야 할 영역에 적절한 조명을 제공할 수 있는 간격을 유지해야 한다.
- 타워 조명은 모든 작업 영역을 비추는 방식으로 위치해야 한다.
- 밀폐공간에는 조명을 설치하여야 하며, 정전시 예비조명을 설치하여야 한다.
- 피뢰침 및 기타 금속 극은 접지(접지)하고 회로에 누전 전류 장치를 장착해야 한다.
- 임시 조명을 위한 케이블은 유해·위험요인(hazard)이 발생하지 않도록 배선해야 한다.

- 모든 조명기구는 우발적인 움직임이나 낙하를 방지하기 위해 안전한 방법으로 설치되어야 한다.
- 임시 조명 끈(Temporary lighting strings)은 비전도성 램프 소켓과 도체 절연체에 영구적으로 성형된 연결로 구성되어야 한다.
- 조명 끈과 연장 코드에 부착된 전구는 램프 가드로 보호해야 한다.
- 파손되거나 결함이 있는 전구는 즉시 교체해야 한다.
- 조명에 사용되는 모든 조명은 우발적인 접촉이나 파손으로부터 보호되어야 한다. 금속 케이스 소켓은 접지되어야 한다.

6.7.2 안개시

- 안개가 발생하면 풍력발전기 외부에서의 작업을 금지한다.
- 안개가 발생하면 습기에 의한 아크발생에 유의한다.
- 시정 1km 이상인 경우에는 풍력발전기 내부 및 지상에서의 작업을 수행할 수 있다.

6.8 강우 및 강설

- 풍력발전기 나셀 외부작업 (지붕 및 로프작업)은 강우/강설시 작업을 금지한다.
- 그외 작업은 아래와 같은 조건에서 작업을 수행할 수 있다. 아래 조건에도 불구하고 감전 등의 위험이 있다고 판단이 들면 (예를 들어, 발전기 내 물이 고이는 상황) 작업을 금지한다.
 - 1회의 강우량이 50mm 미만 (0~24H 까지)
 - 시간당 3mm 미만 이내
- 강설 시에는 다음과 같은 조건에서 기타 작업을 수행할 수 있다.
 - 1회의 강설량이 25cm 미만 (0~24H 까지)

※ 기상청에서 사용하는 강수 표현

- 약한 비 : 1시간에 3mm 미만
- (보통) 비 : 1시간에 3~15mm 미만
- 강한 비 : 1시간에 15mm 이상
- 매우 강한 비 : 1시간에 30mm 이상

7 개인보호구

7.1 기본원칙

- 작업자, 직원 및 방문자가 현장이나 발전기에서 작업할 때 항상 개인 보호장구를 착용해야 한다.
- 실행 가능한 경우 작업자(안전 위원회 등)가 특정 작업에 대한 개인 보호구를 선택하는 과정에 참여해야 한다. 직원에게 적절한 장비를 선택할 수 있는 선택권이 주어져야 한다.
- PPE의 사용 및 성능을 주기적으로 검토하고 직원 피드백을 구하여 개인보호구가 올바르게 작동하고 있는지 확인한다.
- 화학물질을 다루는 경우, 적합한 개인보호구에 대한 자세한 내용은 물질안전보건자료를 참조한다.

7.2 역할과 책임

7.2.1 현장관리자 (관리감독자)

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 모든 직원과 방문자에게 개인보호구를 무료로 사용할 수 있도록 한다.
- 제시된 유해·위험요인(hazard)에 대비한 개인보호구가 지급되었고, 이 개인보호구가 사용자를 완전히 보호하는지 확인한다.
- 풍력발전기에 접근하는 작업자, 직원 및 방문자가 개인보호구를 착용했는지 확인한다.
- PPE의 개별 품목이 다른 PPE와 호환되는지 확인한다.
- 협력업체가 현장 유해·위험요인 평가(hazard assessment)에서 요구하는 대로 작업자에게 필요한 개인보호구를 지급하였는지 확인한다.
- 모든 직원이 적격자로부터 교육/정보를 받았고 필요한 개인보호구를 사용하여 작업을 수행할 수 있는 적절한 지식과 기술이 있는지 확인한다.

- 자격을 갖춘 사람이 개인보호구에 대해 (최소한) 연례 검사를 실시하도록 한다.
- 개인보호구에 유효기간 등이 포함된 검사 표지가 부착되어있고 유효기간 내인지 확인한다. 표지가 부착되어있지 않거나 유효 기간을 초과한 장비는 사용해서는 안 된다.
- 사용할 수 없는 PPE(강도와 기능이 저하된 결함 있는 PPE)를 즉시 배제한다.
- 제조업체에서 지정한 PPE의 사용 수명을 초과하지 않았는지 확인한다.

7.2.2 작업자

작업자는 다음과 같이 장비에 대한 책임을 진다.

- 수행하는 작업에 적합한 개인보호구를 발급받고 착용하는 것은 각 개인의 책임이다.
- 제조업체의 지침에 따라 개인보호구를 착용한다.
- 제조업체의 지침에 따라 PPE 사용 전 점검을 완료한다.
- 모든 개인보호구가 연간 검사 요구조건의 적용을 받는 것은 아니다. 이러한 경우 사용자는 제조업체가 지정한 사용 수명이 초과되지 않았는지 확인해야 한다.
- 제공된 개인보호구가 깨끗하고 목적에 적합하며 오용되지 않았는지 확인한다.
- 개인보호구를 사용할 수 없는 경우 현장관리자(관리감독자)에게 문의한다.

7.3 개인보호구의 선정

- 수행할 작업의 위험성 평가(risk assessment)/작업안전분석(JSA)을 통해 적절한 개인보호구를 선정한다.
- 다음의 표는 참고용이며 현장에서 재평가하여 사용하여야 한다.

표 7-1 개인보호구의 적용

	긴바지, 긴팔상의	긴바지, 짧은 팔 상의	발목지지 및 발가락과 발바닥 보호가 가능한 안전화	안전모	보안경	고시인성 조끼	안전장갑 (작업별)
사무 구역(해당되는 경우)	○	○					
주차장	○	○	○				
창고, 야적장	○	○	○	△	○	△	○
현장 서비스 차량	○	○	○			○	
발전기 기초를 포함한 현장 (발전기 외부)	○	○	○	○	○	○	○
크레인/호이스트 작업	○	○	○	○	○	○	○
타워	○	○	○	○	○		○
나셀/허브	○	○	○	○	○		○
허브에서 크레인/호이스트 작업	○	○	○	○	○		○
가압 유압 장치 근처에서 작업	○		○	○	○		○
전기작업	○		○	○	○		○

전기작업시 보호장구 선정

- 본 지침은 풍력발전기를 정지하고 전기적 에너지가 소산된 후 작업하는 것을 기본으로 한다.
- 전기작업시에는 「KOSHA GUIDE E - 58 - 2013 전기작업용 보호장구에 관한 기술지침」을 참조한다.
 - 노출된 충전부 등의 접촉으로 인한 감전, 화염 또는 물체의 낙하·비래 등의 위험으로부터 머리의 상해 우려가 있는 경우에는 머리 보호 장구를 착용하여야 한다.
 - 아크 섬광화염, 물체의 비래 등에 노출될 위험이 있는 경우에는 후드, 안면 보안면 등으로 머리와 얼굴을 보호하여야 한다.
 - 전기 아크 화염에 노출될 우려가 있는 경우에는 화염에 견디는 작업복을 착용하여야 한다.
 - 노출된 충전부 등의 접촉으로 인한 감전이나 화상으로부터 손 및 팔의 상해가 우려되는 경우에는 고무 소매와 고무 장갑을 착용하여야 한다. 섬광 화염에 노출될 우려가 있는 경우에는 적절한 화염 보호 장구를 사용하여야 한다.
 - 통행 및 신체의 접촉으로 인한 감전 방지를 위해서는 절연성의 신발을 착용하여야 하며, 이때 고무 절연매트 대응으로 절연성 신발창을 사용하여서는 안 된다.

풍력발전기 유지보수 작업시 보호구

- 다음은 예시이며, 반드시 위험성평가를 통하여 선정하여야 한다.
- 다음과 같은 보호구를 지급하는 것을 권고한다.
 - 안전모(Safety helmet)
 - 헤드토치 추가
 - 보안경 (Safety glasses)
 - 작업복
 - 고시인성 안전조끼
 - 안전화

- 안전장갑
- 안전대(Safety harness)
- 줌줄(Lanyard)

7.4 기본 개인보호구

7.4.1 안전모

- 발전기 현장에서 작업할 때 작업자, 직원 작업자, 직원 및 방문자는 항상 적절하고 서비스 가능한 안전모를 착용해야 한다.
- 안전모는 다음과 같은 경우 항상 착용해야 한다.
 - 등반 및 고소작업
 - 떨어지거나 움직이는 물체에 부딪힐 위험이 있는 경우
 - 양중 작업 또는 플랜트 운반작업이 수행되는 경우
 - 날카롭거나 무거운 철골 장비나 물체에 머리를 부딪힐 위험이 있다.
- 제조업체의 지침에 따라 안전모를 올바르게 착용한다.
- 현장이나 시설에 방문자를 위한 여분의 안전모를 보관한다. 상황이 발생하기 전에 이를 확인해야 한다.
- 턱끈/모체(harness)를 항상 착용한다.
- 머리를 똑바로 세웠을 때 चे이 수평이 되도록 안전모를 착용한다. 즉, 안전모가 제공할 수 있는 보호 기능이 크게 저하될 수 있으므로 위나 아래로 비스듬히 착용하지 않는다.
- 머리에 맞게 설계되었으므로 안전모를 운반용 버킷으로 사용하지 않는다. 내부를 깨끗하게 유지한다.
- 페인트를 칠하거나 용제를 사용하여 라벨을 붙이거나 식별 표시를 긁지 않는다. 모체(shell)가 약해지고 빠르게 변질될 수 있다. 안전모에 스티커를 붙일 수 있는지 확인하려면 제조업체에 정보를 요청한다.
- 자동차 뒷창문과 같이 열이 나거나 직사광선이 비치는 곳에 보관하지

않는다. 과도한 열과 햇빛은 플라스틱을 빠르게 약화시킬 수 있다.

- 안전모를 개조하거나 자르거나 구멍을 뚫지 않는다.
- 위생적인 관점에서 안전모를 다른 사람과 공유하지 않는다.

적합한 안전모 선택

- 작업 활동에 적합한 안전모를 식별하려면 제조업체의 조언을 받아야 한다.
- 적절하게 맞는 안전모는 착용자에게 적합한 모체(shell) 크기와 쉽게 조절할 수 있는 머리고정대(headband), 목지시대(nape) 및 턱 끈(chin strap)이 있어야 한다.
- 식별된 유해·위험요인(hazard)에 맞는 안전모를 선택해야 한다.
 - 모든 직원은 풍력 발전기를 오르내릴 때 또는 추락 위험이 있는 경우 고소작업할 때 턱끈이 단단히 고정된 적절하게 장착된 등반 안전모를 착용해야 한다.
 - 통풍이 되는 안전모(vented helmet)은 고전압 작업시 성능이 제한된다. 고소작업할 때 추락 시 안전모 분실 위험을 제한하도록 설계된 턱끈이 있어야 한다.
- 안전모에는 헤드 토치, 청력 보호 장치 또는 안면 보호대와 같은 추가 액세서리가 장착될 수 있다.

유지관리

안전모는 양호한 상태로 유지되어야 한다. 안전모는 다음과 같이 관리한다.

- 보관함이나 찬장과 같은 안전한 장소에 보관한다.
- 햇빛에 장기간 노출되면 모체(shell)이 약해지거나 열화될 수 있으므로 직사광선이나 지나치게 덥고 습한 조건에서 보관하지 않는다.
- 손상이나 열화의 징후가 있는지 정기적으로 확인한다.
- 결함이 있는 부품을 교체한다(해당 모델이 교체가능한 경우). 한 제조업체의 부품은 일반적으로 다른 제조업체의 부품과 교환할 수 없다.
- 땀띠(sweatband)를 정기적으로 청소하거나 교체한다.

손상

다음과 같은 경우 안전모 모체(shell)가 손상될 수 있다.

- 물건이 안전모에 낙하한 경우
- 고정된 물체에 부딪힌 경우
- 떨어뜨리거나 던지는 경우
- 모체(shell)의 플라스틱을 약화시킬 수 있는 화학물질에 의해 충격 흡수 또는 침투 저항이 급격히 저하된 경우
 - 이러한 화학 물질에는 강력한 세척제(aggressive cleaning agents) 또는 솔벤트 기반 접착제 및 페인트가 포함됨
 - 접착제를 사용하여 이름이나 기타 표시를 적용해야 하는 경우 안전모 제조업체에 조언을 구해야 한다.

교체

일반적으로 안전모는 제조업체에서 권장하는 간격으로 교체해야 한다. 예를 들어, 모체(shell)이 심한 충격을 받았거나 깊은 긁힘이 발생한 경우(예: 모체(shell) 두께의 25%보다 큰 깊이) 또는 모체(shell)에 눈에 보이는 균열이 있는 경우와 같이 착장제(harness)가 손상되었거나 충격 흡수 또는 침투 저항이 저하되었을 가능성이 있는 경우에도 교체해야 한다.

7.4.2 눈 보호구

- 비산 입자, 먼지, 화학 물질, 가압된 유압 공구 등의 작업으로 인해 눈 부상의 위험이 있을 수 있는 경우 눈 보호구를 항상 착용한다.
- 작업 차량에 탑승하거나 관리 건물/사무실에 있을 때를 제외하고 항상 눈 보호가 필요하다.
- 렌즈는 투명해야 하고 시야를 방해하는 긁힘이 없어야 한다.
- 도수 렌즈가 필요한 경우 안전 안경 렌즈(비산방지, non-shattering)에 통합하거나 일반 도수 안경을 위한 적절한 눈 보호구를 착용하여 유리 렌즈가 산산조각나는 위험에 눈이 노출되는 것을 방지해야 한다.
- 안경이 떨어지지 않도록 올바르게 착용해야 한다.



투명한 보안경



자외선 보안경



색상이 있는 보안경



측면 및 상하가 보호되는 보안경



안경 착용가능 보안경

그림 7-2 적절한 눈 보호 장치의 예

- 추가적인 것은 아래 자료를 참조한다.
- KOSHA GUIDE G - 25 - 2011 눈 보호구의 선정 및 유지·보수에 관한 안전가이드

7.4.3 안면 보호구

- 전기 아크나 발화 또는 전기 폭발로 인한 물질의 비산으로 안면(눈, 코, 입, 이마 등)의 상해 위험이 있는 곳에서 작업하는 작업자는 안면 보호 장구를 착용하여야 한다.
- 작업자의 안면을 보호하기 위한 보안면은 “보호구 자율안전 확인 고시(노동부 고시 제2008-80호)”의 제4장(보안면)에 적합하여야 한다.



그림 7-3 보안면

7.4.4 청력 보호구

- 청력 보호구는 다음과 같은 조건에서 착용한다.
 - 다음의 표와 같은 1일 소음노출시간과 소음수준을 초과하는 경우
 - 최초 노출 이후 6개월 이상 기저(baseline) 청력검사를 하지 않았거나 청력에 대한 표준 청력 역치이동(standard threshold shift, STS)이 있었던 모든 작업자
- 소음에 대한 관련 노출 제한을 준수하는지 확인하기 위해 위험성 평가(risk assessment)을 수행해야 한다.

표 7-2 청력보호구 착용이 필요한 조건

1일 노출시간(시간)	소음수준(dBA)
8	85
4	90
2	95
1	100
0.5	105

산업안전보건기준에 관한 규칙

제516조(청력보호구의 지급 등) ① 사업주는 근로자가 소음작업, 강렬한 소음작업 또는 충격소음작업에 종사하는 경우에 근로자에게 청력 보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

② 제1항에 따른 청력보호구는 근로자 개인 전용의 것으로 지급하여야 한다.

③ 근로자는 제1항에 따라 지급된 보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.

- 추가적인 것은 아래 자료를 참조한다.
- KOSHA GUIDE H - 61 - 2012 청력보존프로그램의 수립·시행 지침

7.4.5 호흡 보호구

- 모든 직원은 작업자의 건강에 해로울 수 있는 먼지, 미스트, 흙, 가스 또는 기타 대기 불순물이 있는 환경 또는 작업 영역에서 작업할 때 승인된 호흡기 또는 필터 마스크를 착용해야 한다.
- 마스크와 필터는 정기적으로 교체해야 하며 오염된 마스크와 필터는 올바르게 폐기해야 한다.

- 추가적인 것은 아래 자료를 참조한다.
- KOSHA GUIDE H - 82 - 2020 **호흡보호구의 선정·사용 및 관리에 관한 지침**

7.4.6 손 보호

- 보호 장갑을 사용하기 전에 이를 달성하기 위해 합리적으로 실행 가능한 모든 조치를 취한다.
- 다음 요소를 고려한다.
 - 취급 물질 확인
 - 진동을 포함한 기타 모든 유해·위험요인(hazard) 식별
 - 접촉/노출의 유형 및 기간 고려
 - 사용자 고려 - 크기와 편안함
 - 작업을 고려한다.
- “습식 작업”시에는 방수장갑을 착용한다.
- 작업자는 다음 상황에서 항상 적절한 장갑을 착용해야 한다.
 - 거칠거나 고르지 않은 표면에 손이 노출될 때
 - 장갑이 그립을 향상시키고 진동을 줄이는 곳
 - 화학물질 취급의 위험성이 있는 경우
 - 수작업을 수행하는 경우

전기작업시

- 절연장갑은 “보호구 의무안전인증 고시(노동부고시 제2008-77호)”의 제4장(안전장갑)에 적합하여야 한다.



고무절연장갑



보호용 가죽장갑

그림 7-4 안전장갑(절연장갑)

- 고무장갑을 사용할 때마다 매번 시험을 하여야 하며, 기계적인 손상·기름 및 그리스 등으로부터 손상을 보호하기 위하여 그 위에 가죽 장갑을 착용하여야 한다.
 - 장갑에 갈라진 틈이나 찢어진 곳이 있는지, 고무가 산화되었는지 또는 고무를 관통하는 이물질 등이 있는지를 세밀히 점검한다.
 - 엄지와 집게 손가락으로 장갑 소매 끝의 양쪽을 잡고 공기를 넣은 후에 압력이 걸리도록 장갑을 돌린다.
 - 공기가 새는 곳이나 금이 난 곳 등이 있는지를 자세히 점검한다.



외관 점검



공기압력



공기시험 검사

그림 7-5 고무절연장갑의 착용전 점검

7.4.7 작업복

- 모든 직원은 현장에서 작업하거나 풍력 발전기에서 작업할 때 적절한 의복을 착용해야 한다. 적절한 의복은 날씨, 화상, 파편, 급힘, 찰과상, 가벼운 타박상으로부터 직원을 보호할 수 있으며 오염 노출을 막을 첫 번째 방어막이다.
- 모든 직원은 수행할 실제 작업/작업 및 기상 조건/환경에 적합한 의복을 착용해야 한다.
- 지정된 경우 가시성을 높이기 위한 고시인성(high visibility) 조끼 또는 의복을 입는다.
- 모든 직원은 화기작업 또는 전기 작업을 위해 긴 바지/긴 소매의 방염복을 착용해야 한다.
- 고소작업할 때 걸림이나 얽힘 유해·위험요인(snag or entanglement hazard)을 방지하기 위해 의복이 잘 맞는지 확인한다.
- 실제 날씨 및 바람 조건은 지상과 다를 수 있다. 예를 들어 바람은 일반적으로 지면보다 60~70m 높이에서 더 강한다. 풍속 냉각지수(체감온도, wind chill factor)를 고려하여 적합한 의복을 착용한다.
- 몸을 건조하게 유지하기 위해 모든 노력을 기울여야 한다. 적절한 속 건의류(wet weather clothing)를 착용한다. 몸이 젖으면 주변 공기와 접촉할 때 건조한 피부보다 체온이 25배 더 빨리 떨어진다. 작업 현장에서 젖을 위험이 있는 경우 작업자가 마른 옷을 갈아입을 수 있도록 권장한다.
- 다음을 참조한다.

- 추가적인 것은 아래 자료를 참조한다.
- KOSHA GUIDE E-166-2017_활선작업용 방염복에 관한 일반지침
- KOSHA GUIDE X-45-2014_도로 및 선로작업에서 리스크 감소를 위한 반사조끼 사용에 관한 지침
- KOSHA GUIDE C-52-2012, 야간 건설공사 안전보건 작업지침

산업안전보건기준에 관한 규칙

제310조(전기 기계·기구의 조작 시 등의 안전조치) ① 사업주는 전기 기계·기구의 조작부분을 점검하거나 보수하는 경우에는 근로자가 안전하게 작업할 수 있도록 전기 기계·기구로부터 폭 70센티미터 이상의 작업공간을 확보하여야 한다. 다만, 작업공간을 확보하는 것이 곤란하여 근로자에게 절연용 보호구를 착용하도록 한 경우에는 그러하지 아니하다.

② 사업주는 전기적 불꽃 또는 아크에 의한 화상의 우려가 있는 고압 이상의 충전전로 작업에 근로자를 종사시키는 경우에는 방염처리된 작업복 또는 난연(難燃)성능을 가진 작업복을 착용시켜야 한다.

7.4.8 안전화

- 안전화는 필수이며 다음을 포함하되 이에 국한되지 않는 모든 직원이 항상 착용해야 한다.
 - 서비스 기술자
 - 트럭 운전자
 - 크레인 운전자
 - 방문자
- 보호된 관리 구역을 떠날 때 안전화를 착용해야 한다. 낙하물 등으로 인한 부상으로부터 발을 보호하기 위해 안전화를 착용해야 한다.
- 손상된 안전화를 착용해서는 안 된다. 교체 전에 감독자가 손상을 평가하여야 할 것이다.
- 작업별 위험성 평가(risk assessment)/작업안전분석(JSA)을 통해 필요성이 확인되면 부츠(boots)를 신어야 할 수 있다.

7.5 개인 추락 방지 장비(PFPE)

PFPE는 유해·위험요인에 특화된(hazard-specific) PPE이다. 모든 직원은 2미터 이상 떨어질 위험이 있는 플랫폼, 발판 또는 사다리에서 PFPE를 사용해야 한다.

PFPE는 다음 장치로 구성된다.

- 에너지 흡수 장치가 있는 쥘줄(lanyard)
- 위치 확보 로프 (Positioning rope)
- 안전그네식 안전대(full-body harness)
- 와이어 또는 레일 시스템용 추락 방지기

7.5.1 기본원칙

모든 직원은 다음 PFPE 요구조건을 준수해야 한다.

- 고소작업할 때는 PFPE를 착용한다.
- 장비 사용에 대한 적절한 교육을 받는다.
- 장비는 공급업체의 지침에 따라 사용한다.
- 장비가 서비스 가능한 상태인지 확인하고 항상 깨끗하고 건조한 장소에 보관한다.
- 장비를 오일, 화학 물질 및 성능 저하를 유발할 수 있는 기타 물질과 접촉하지 않도록 한다. 장비가 기름이나 기타 화학 물질과 접촉하거나 장비가 젖었을 경우 공급업체의 지시에 따라 장비를 청소하고 수리할 수 있도록 한다.
- 장비의 서비스 가능성이 의심되는 경우 즉시 사용을 중지한다.
- PFPE가 공급업체 지침에 따라 검사되었는지 확인한다.

7.5.2 안전그네식 안전대(full-body harness)

모든 직원은 안전그네식 안전대(full-body harness)의 사용 및 조정에 대한 공급업체의 지침을 따라야 한다. 착용자는 사용에 능숙해야 한다.

안전그네식 안전대(full-body harness)는 추락 방지 장비의 중심 부분이다. 안전대(harness)는 검사를 받고 수리가 가능하고 올바른 크기여야 하며 장치를 착용할 사람에게 적절하게 맞도록 잘 조정되어 있어야 한다.

안전그네식 안전대(full-body harness)가 사용자에게 맞게 올바르게 조정되었는지 확인하는 가장 좋은 방법은 버디 시스템을 실행하고 적격한 동료(competent colleague)에게 안전대(harness)가 맞는지 확인하도록 하는 것

이다.

서스펜션 트라우마(suspension trauma)를 방지할 수 있는 안전대를 사용한다.



그림 7-6 서스펜션 트라우마를 방지할 수 있는 안전대

안전그네식 안전대(body harness)는 사용자를 위해 다음을 수행해야 한다.

- 몸을 전체적으로 잘 받쳐준다.
- 안전대(harness)의 모든 조정이 너무 조이거나 느슨하지 않으면 적절하게 맞춥니다.
- 엉덩이와 좌석 스트랩 부분을 안전하게 지지한다.

추락사고에 사용된 안전그네식 안전대(body harness)는 더 이상 사용하지 말고 폐기한다.

7.5.3 충격 흡수 침줄(lanyard)

침줄(lanyard)은 추락 거리를 최소화하기 위해 항상 가능한 한 높은 앵커 포인트에 부착되어야 한다. 앵커 포인트에 대한 추가 정보는 개별 풍력발전기 설명서를 참조한다.

침줄(lanyard)은 넘어졌을 때 심각한 부상을 입지 않도록 사용자를 보호하고 넘어질 위험이 있는 곳에서 작업 및/또는 올라갈 때 항상 사용해야 한다. 침줄(lanyard)에는 앵커 포인트에 부착하기 위한 2개의 커넥터/스냅 후크가 있다. 낙상 시 에너지 흡수 장치는 제동 에너지를 허용 수준(최대 수준은 6kN)으로 줄인다. 침줄(lanyard)은 항상 안전그네식 안전대(body harness)(흉부 또는 등쪽 D 링)의 A 지점에 종단 커넥터가 있는 안전대(harness)에 고정되어야 한다.

침줄(lanyard)와 모든 구조장비 부품의 호환성을 보장하기 위해 특별한 주의를 기울여야 한다.

추락 상황에서 사용되어 완전히 재하된 에너지 흡수 장치가 있는 침줄(lanyard)은 반드시 파괴하여 폐기해야 한다.

발전기에서 고소작업할 때 사다리의 와이어나 레일에서 추락 방지 장치를 분리하기 전에 침줄(lanyard) 후크를 고정 지점에 걸어야 한다. 침줄(lanyard)을 사용하지 않는 경우 침줄(lanyard) 후크는 퀵 릴리스 클립에 부착하는 것과 같이 넘어지는 경우 통제되지 않는 정지를 방지하는 방식으로 안전대(harness)에 부착되어야 한다.



그림 7-7 충격흡수기능이 있는 침줄

7.5.4 위치확보 로프

- 위치확보 로프(positioning)를 에너지 흡수기가 있는 침줄(lanyard)의 연장으로 사용하지 않는다.
- 항상 위치확보 로프(positioning)를 올바르게 사용하고 적절한 장치에 부착한다.

위치확보 로프(positioning)는 견고한 구조물 주위에 배치된 추가 지지대

로 사용되며 몸을 지지하고 등반가가 양손을 사용할 수 있도록 안전그네식 안전대(full-body harness) 허리 D 링에 부착된다.

예를 들어 위치 지정 로프는 사용자에게 추가 지원과 좋은 작업 위치를 제공하는 작업 또는 비상 상황에서 타워 사다리에 사용할 수 있다.

위치 지정 로프는 엉덩이 지지대의 링에 부착된 종단 커넥터와 함께 안전 그네식 안전대(full-body harness)에 부착되어야 한다.

7.5.5 와이어 또는 레일 시스템용 추락 방지기

사다리에는 다양한 유형의 추락 방지 시스템을 설치할 수 있다. 모든 직원은 특정 사다리에서 사용 중인 추락 방지 시스템의 인증 라벨을 참조해야 한다. 와이어나 레일에 호환되는 추락 방지 트롤리를 부착해야 한다. 전체 시스템은 호환되고 매년 검사되어야 한다.

고소작업하거나 넘어질 위험에 노출된 경우 추락 방지 시스템을 항상 사용해야 한다.



그림 7-8 사다리 추락방지장치 (좌:와이어식, 우: 레일식)

7.5.6 개폐식 침줄(lanyard)

개폐식 침줄은 관련 제조업체의 지침 또는 작업 지침에 따라 사용할 수 있다.

개폐식 침줄(lanyard)은 1인용으로 승인된 PFPE로 등록되어야 하며 사용되는 국가의 법적 요구조건을 준수해야 한다.

고소작업하고 등반하는 데 필요한 인력은 산업에서 인정하는 적절한 교육 과정(예: Hight and Rescue Course에서 일하는 Global Wind Organization)을 성공적으로 이수해야 한다.

7.5.7 앵커 포인트(Anchor points)

해당 풍력 발전기 매뉴얼 및 기타 지침에는 인증된 앵커 포인트가 요약되어 있다.

구조물에 영구적으로 고정된 기타 요소/장치는 서비스 기술자가 앵커 포인트로 사용할 수 있다. 이를 위해서는 서비스 기술자가 요소/장치가 사람의 넘어짐을 막을 수 있는 의심할 여지 없이 견전하고 신뢰할 수 있는 앵커인지 판단할 수 있는 기술과 능력이 있어야 한다.

가능한 경우 다른 구조물에 고정하기 전에 먼저 작업 영역에서 명확하게 표시된 검사된 앵커 포인트의 사용을 우선시한다.

안전대(harness)를 착용해야 하며 에너지 흡수 장치가 있는 쥘줄(lanyard)을 항상 리프트의 고정 지점에 부착해야 한다. 이것은 슬라이딩 도어 리프트에 필수이다.

7.6 해상작업

7.6.1 구명조끼

국내규정

- 선박안전법
- 선박구명설비기준, 국토해양부고시 제2012-430호
- 수상레저안전법

해외규정

- SOLAS LSA
- ISO 12402 series Personal flotation devices

관련내용

플랫폼에 승선된 모든 인력에게 LSA 규정의 요구사항을 만족하는 구명조끼를 지급하여야 할 것이다. 또한 충분한 수의 구명조끼를 적절한 장

소에 보관 배치하여 구명조끼 장소에 쉽게 접근할 수 없는 장소에 근무 중인 인력이 사용할 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 멀리 떨어진 구명정에서 사용할 수 있도록 배치한다.

각 구명자켓은 LSA 규정의 요구사항을 만족하는 구명자켓 조명을 설치한다.



(1) 조끼형



(2) 목걸이형

그림 7-9 구명조끼

7.6.2 개인 위치 신호기 (PLB, Personal Locator Beacon)

- 조류속이 빠른 경우, 해상작업 시 개인위치신호기를 착용하고 작업하는 것을 권고한다.



그림 7-10 PLB

7.6.3 방수복(Immersion Suit)

- 물에 빠지는 사고가 발생할 우려가 있는 장소 및 작업시 구조될 때까지의 소요되는 시간동안 익수자가 체온을 유지하기 힘들 것으로 예상되는 경우 착용한다.
- 선박구명설비기준에 적합하게 제품을 선정하고 관리하여야 한다.
- 따뜻한 옷과 함께 착용하여야 한다.

관련규정

- 선박구명설비기준, 국토해양부고시 제2012-430호
- SOLAS Chap.III Immersion suits/Anti-exposure suits

관련표준

- ISO 15027-1:2012 Immersion suits – Part 1: Constant wear suits, requirements including safety
- ISO 15027-2:2012 Immersion suits. Abandonment suits, requirements including safety
- ISO 15027-3:2012 Immersion suits. Test methods



Immersion Suit I Immersion Suit II Immersion Suit III Offshore Wind

그림 7-11 방수복의 종류

표 7-3 수온과 생존 연관성
(출처 : US SAR Task Force)

수온	탈진 또는 의식불명까지 소요시간	예상구조시간
21 - 27℃	3 - 12시간	3 시간 - 무한
16 - 21℃	2 - 7 시간	2 - 40 시간
10 - 16℃	1 - 2 시간	1 - 6 시간
4 - 10℃	30 - 60분	1 - 3 시간
0 - 4℃	15 - 30분	30 - 90분
<0℃	15분 미만	15 - 45분 미만

※ 주의 : 위의 표는 해상상태, 익수자의 복장 등을 고려하지 않은 참고용이다.

방수복 및 노출보호복의 관리

방수복 및 노출보호복은 제조후 9년까지는 매 3년마다, 제조후 9년부터는 매 2년마다 비눗물에 의한 누설시험을 한다. 이때 누설시험은 다음의 절차에 따라 실시한다.

1. 공기를 주입하기에 적합한 헤드피스(Head piece)를 방수복 또는 노출 보호복의 얼굴부분에 삽입하고, 얼굴주위의 누설이 최소화 되도록 고정한다.
2. 장갑, 장화, 손목 또는 발목 등이 분리형인 경우에는 적절한 직경의 플라스틱 봉을 내부에 삽입하고 밀봉한다.
3. 저압측정장치를 삽입한다.
4. 지퍼 및 안면가리개를 완전히 잠금후 내부압력이 0.7 kPa 내지 1.4kPa이 되도록 공기를 주입한다. 이 경우 부력유지를 위한 보조 팽창수단이 있는 경우에는 입으로 불어서 0.7kPa 또는 손으로 만져서 단단해 질 때까지 공기를 주입한다.
5. 공기주입이 완료된 후 방수복 및 노출보호복의 모든 이음부 및 폐쇄부(보조 팽창수단의 관 및 밸브 등을 포함한다)에 비눗물을 뿌려 누설되는 부분이 있는 지 여부를 확인한다.

누설시험결과 방수복 및 노출보호복에 누설이 발견된 경우에는 누설부분을 세척 및 건조 후 제조자가 정한 방법에 따라 수리한다.

7.7 위험성 평가

- 철저한 서면 위험성 평가(RA)을 통해 개인보호구가 안전에 더 큰 부담을 준다는 사실을 확인하면 지정된 제한된 기간 동안 보호구를 착용하지 않을 수 있으며 이를 현장관리자(관리감독자)에게 알린다.
 - 이에 대한 몇 가지 예는 다음과 같다. 우천 중 위를 올려보며 작업할 때 보안경을 착용하면 빗물이 시야를 가릴 하고 계속해서 위를 올려다보고 비가 시야를 가리는 경우 또는 태그 라인을 사용하여 하중을 제어할 때 땅이 젖고 진흙투성이인 경우 안전화 대신 적절한 방수 장화를 착용할 수 있는 경우이다.
 - 합의된 결정은 파일에 기록되어야 하며 근무일 중에 정기적으로 검토되어야 한다.
 - 어떠한 경우에도 이전에 식별된 개인보호구를 제외하여 작업자를 심각한 위험에 노출시켜서는 안된다.

8 유해에너지 관리

8.1 기본원칙

- 잠금은 모든 에너지를 격리하고 저장된 에너지를 방출하며 격리로 인해 장비의 전원이 차단되었는지 확인하고 격리 장치를 잠그는 프로세스이다.
- 전력이 공급되고 있는 장비에서 작업하는 것을 금지한다. 전력을 차단하고 잔류전하를 완전히 방전시키고, 검전기 등을 사용하여 방전여부를 확인하고 작업을 실시한다.
- 장비에서 작업하는 모든 직원은 개인별로 잠금장치(lockout)를 잠그는 것을 권고한다. 해당 발전기에서 작업하는 작업자만 개인 잠금 장치를 적용할 수 있다.
- 통신(언어적, 시각적, 서면 또는 무선)에만 의존하여 잠금(lockout)을 하는 것을 금지한다.
- 누구도 잠금 장치 또는 “조작엄금” 태그가 부착된 에너지 차단 장치를 작동하거나 승인 없이 다른 사람의 잠금 장치 또는 표지(Tag)를 제거해서는 안 된다.

관련자료

- KOSHA GUIDE E-91-2016 에너지 차단장치의 잠금·표지에 관한 기술지침

유해에너지원

발전기 설계에는 다양한 유형의 위험한 에너지원이 포함된다.

- 전기 시스템
- 가압 시스템:
 - 유압
 - 공압
- 회전 및 가동부 부품

8.2 위험에너지 관리

8.2.1 위험에너지 관리의 실행

위험에너지 관리를 위한 실행절차는 다음 항의 조치 및 순서에 따라 실시되어야 한다.

기기 등의 운전정지 준비

승인 작업자 또는 해당 작업자가 기기 등을 정지하기 전에 승인 작업자는 에너지의 크기, 형태, 관리될 에너지의 위험의 정도, 에너지 관리방법 등에 대하여 알고 있어야 한다.

기기 등의 운전정지

기기 등은 확립된 절차에 따라 운전 정지되어야 한다. 갑작스러운 기기 등의 정지시 발생할 수 있는 위험의 증가나 부가적인 위험이 작업자에게 미치는 것을 방지하기 위하여 적절한 절차에 따라 운전정지가 이루어져야 한다.

기기 등의 차단

에너지원 차단장치 등의 물리적 방법에 의하여 기기 등을 에너지원으로부터 차단시켜야 한다.

잠금장치 또는 표지의 설치

- ① 잠금장치나 표지는 승인 작업자에 의하여 각각의 에너지 차단장치에 부착되어야 한다.
- ② 잠금장치는 “안전”하거나 “오프(Off)” 상태에 있는 에너지 차단장치의 상태를 계속 유지시키기 위한 수단으로 부착되어야 한다.
- ③ 표지(tag)는 “안전” 또는 “오프” 상태에 있는 에너지 차단장치의 조작이나 이동의 금지를 명확히 나타내기 위하여 다음과 같이 부착한다.
 1. 잠금 능력을 갖도록 설계된 에너지 차단장치에 사용될 경우, 표지는 잠금된 장소에 단단하게 묶여져 있어야 한다.
 2. 에너지 차단장치에 표지를 직접 부착할 수 없는 경우, 차단장치를

조작하고자하는 사람이 명확히 식별할 수 있도록 가능한 에너지 차단장치 가까운 곳에 표지를 부착한다.

3. 적색위험주의 꼬리표

적색위험주의 꼬리표는 휴전작업명령서를 접수하여 검토한 후 조작책임자가 발행하며, 작업에 따르는 조작의 위험을 표시하는 것으로서 승인 조치가 끝난 후에 붙여야 하고 기기 운전에 들어가기 전에 제거하여야 한다.

4. 황색주의 꼬리표

황색주의 꼬리표는 작업하는 동안 적색위험주의 꼬리표의 보조로 사용되며, 관련 있는 밸브, 개폐기 및 기타 기계기구가 어떠한 이유로도 작업중에는 조작불가를 나타내는 주의 표시찰로서 이의 부착 및 제거는 조작책임자가 지명하는 자가 하여야 한다.

5. 청색주의 꼬리표

청색주의 꼬리표는 안전밸브 등의 각종 조정기기가 지정된 조작책임자 외에는 조정이나 조작불가를 나타내는 주의 표시찰로서 해당개소에 부착한다.

저장 또는 축적된 에너지의 관리

- ① 에너지 차단장치에 잠금장치·표지를 적용할 때, 저장 또는 잔류 에너지는 방출·분리·제한 또는 안전한 상태로 유지되어야 한다.
- ② 저장 에너지가 위험한 수준까지 재축적될 우려가 있다면, 정비작업이 완료되거나 이와 같은 축적이 더 이상 존재할 가능성이 없을 때까지 차단여부를 계속 확인한다.

차단 확인

- 잠금장치 또는 표지가 부착된 기기 등에서 작업을 시작하기 전 승인 작업자는 해당 기기 등에 에너지가 차단되었는가를 확인한다.
- 에너지 소산(de-energization) 확인은 각 격리 지점(isolation point)과 작업 지점(point of work)에서 수행해야 한다.
- 회전 장비의 경우 명령에 따라 시작되지 않는지 확인해야 한다.

위험 주의

조작엄금

- 사업소명 : _____
- 개폐장치 : _____
- 작업내용 : _____
- _____
- _____
- 개방일시 : _____
- 투입일시 : _____
- 조 작 자 : _____
- 서 명 _____
- 주의사항
 기기조작전에 조작책임자는 본
 카드 기재사항을 확인한 후 개
 폐장치에 걸고 조작해야 한다

[적색위험주의 꼬리표]

○○품력발전단지

주 외

조 작 금 지

기기명 : _____

사업소명 : _____

○○○ 풍 력 발 전 단 지

주 의

지명된 조작승인자 외에 조작을 금함.

사업소명 : _____

기 기 명 : _____

조작책임자 : _____

_____ 년 월 일

[황색주의꼬리표]

[청색주의꼬리표]

그림 8-1 조작 꼬리표

8.2.2 잠금장치 · 표지의 해제

기기 등의 잠금·표지 장치가 철거되고 에너지를 재공급하기 전에 승인 작업자에 의하여 수행될 절차는 다음과 같다.

기기 등의 점검

작업지역 내의 필요하지 않은 공구·자재 등의 철거와 기기 및 부품의 안전한 작동여부를 점검한다.

작업자 확인

- ① 작업지역 내의 모든 작업자가 안전한 위치에 있는지를 확인한다.
- ② 잠금·표지가 철거되고 기기 등이 가동되기 전에 해당 작업자에게 잠금·표지가 제거되었다는 것을 알려주어야 한다.

잠금장치 · 표지의 제거

- ① 각 잠금장치·표지는 이를 설치한 작업자에 의하여 에너지 차단장치로부터 철거되어야 한다.
- ② 잠금장치·표지를 설치한 승인 작업자가 이를 철거하기 위한 작업을 할 수 없을 경우, 장치 철거를 위한 특별 절차 및 훈련이 되어 있고, 사업주의 에너지관리 계획에 그 내용이 문서화되어 있다면 사업주의 지시에 따라 잠금장치·표지를 철거할 수 있다. 이 경우, 그 절차에는 최소한 다음의 사항이 포함되어야 한다.
 1. 잠금장치·표지를 설치한 작업자가 그 공정(설비)지역에 있지 않다는 것을 사업주가 확인하여야 한다.
 2. 잠금장치·표지가 제거되었다는 것을 그 장치를 설치한 승인 작업자에게 합리적인 방법으로 알려야 한다.
 3. 작업을 다시 하기 전에 승인 작업자가 잠금장치·표지의 철거사실을 알고 있는지를 확인하여야 한다.

9 고소작업

9.1 기본원칙

- 작업은 최소 2명의 작업자로 구성된 팀에서 수행해야 한다.
- 고소작업을 위해 작업위치로 접근하는 방법이 풍력발전단지에서 승인된 방법이 아닌 경우에는 문서화된 위험성 평가를 기반으로만 허용될 수 있다.
- 다음과 같이 사항에 대해서는 별도로 문서화된 위험성평가를 수행하고 이를 승인받아 작업한다.
 1. 이미 설치된 추락 방지 시스템이 작동하지 않는 것을 확인한 상황에서의 탈출
 2. 이미 설치되었지만 작동하지 않는 추락 방지 시스템을 수리하거나 변경하기 위한 접근
 3. 영구 추락 방지 시스템을 신규로 설치하기 위한 접근

9.2 현장관리자(관리감독자)의 책임

- 모든 작업자 및 직원은 개인 추락 방지 장비의 사용, 관리 및 보관과 관련된 모든 요구조건을 준수해야 한다.
- 현장 유해·위험요인(hazard)을 평가하고 모든 작업자 및 직원과 방문객에게 필요한 개인 추락 방지 시스템(Personal Fall Protection System) 및 장비를 제공한다.
- 현장 유해·위험요인 평가(site hazard assessment)에서 요구하는 대로 직원에게 승인된 필수 개인추락방지장비를 공급하도록 한다.
- 모든 작업자 및 직원이 적격자로부터 교육을 받았고 필요한 개인추락방지장비(PFAS, Personal Fall Arrest System)를 사용하여 직무를 수행할 수 있는 적절한 지식과 기술을 보유하고 있는지 확인한다.
- 사용할 수 없는 개인 추락 방지 장비 또는 기타 PPE 관련 문제는 관리자(또는 안전 관리자)에게 적시에 보고한다.
- 모든 것이 양호한 상태인지 확인하기 위해 개인 추락 방지 시스템 및

부품에 대해 적절한 간격으로 무작위 검사를 실시한다.

- 결함이 있는 개인 추락 방지 시스템을 수리 및/또는 교체하기 위한 즉각적인 조치를 취한다.
- 개인 추락 방지 장비를 사용하는 것이 오히려 사용자를 위험에 빠뜨리지 않는지를 검토한다.
- 추락 방지 계획과 관련된 위험성 평가(RA)/작업안전분석(JSA)이 작성되었는지 확인한다.

9.3 작업자 주의사항

- 풍력발전기에서 고소작업을 수행할 시에는 반드시 고소작업과 관련된 안전 교육을 받아야 한다.
- 최소 2명의 작업자로 구성된 팀으로 작업을 수행해야 한다.
- 임신한 작업자는 잠재적 낙상과 관련된 건강 문제가 발생할 수 있으므로 고소작업을 금지한다.
- 고소작업은 항상 신중하게 계획하고 필요한 도구와 재료의 부피와 무게를 추정한다.
- 고소작업에 적합한 안전그네식 안전대 및 쥘줄을 포함한 개인보호구를 착용한다.
- 작업에 낙하 위험이 있는 경우 작업자는 항상 신뢰할 수 있는 앵커 포인트에 연결되어야 한다. 앵커 포인트에 연결되면 작업자의 안전이 보장된다.

10 밀폐공간

10.1 기본원칙

- 풍력발전기에서 밀폐공간으로 구분될 수 있는 주요공간은 아래와 같다.
 - 타워 (수직 지지대)
 - 요 섹션
 - 타워 바닥 섹션 아래
 - 해상풍력발전기 타워바닥면 아래 기초에 위치한 공간
 - 나셀 (전기 부품을 포함하는 하우징)
 - 허브 (허브가 나셀에 부착됨)
 - 블레이드(허브에 부착됨)
- 밀폐공간으로 구분된 공간에서는 안전작업허가서가 필요하다.

10.2 역할 및 책임

아래 역할은 밀폐 공간 작업과 관련된 위험을 처리하는 방법에 대해 권장되는 설정의 일부이다.

- 밀폐공간 진입시 다음과 같은 사람이 관여된다.
 - 출입 관리자(Entry Supervisor)
 - 밀폐 공간 수행원(Attendant)
 - 진입자(Entrant)
 - 출입 관리자(Entry Supervisor)와 밀폐 공간 수행원(Attendant)은 동일인일 수 있다.
- 출입 관리자(Entry Supervisor)는 다음을 담당한다.
 - 실제 및 잠재적인 밀폐 공간 유해·위험요인(hazard) 이해
 - 밀폐 공간 출입을 승인하기 전에 허용 가능한 출입 조건이 충족되는지 확인한다.
 - 밀폐 공간 진입과 관련된 위험을 평가하고 필요한 비상 대응 인

력의 수와 위험한 밀폐 공간 진입에 대한 위치 결정

- 밀폐 공간 수행원(Attendant)은 다음을 담당한다.
 - 비인가자가 밀폐공간에 들어가는 것을 금지한다.
 - 밀폐 공간의 실제 또는 잠재적 유해·위험요인(hazard) 이해
 - 진입자(Entrant)의 안전을 보장하기 위해 참가자와 의사소통
 - 내가 발병하고 진입자(Entrant)의 대피를 명령하는 위험한 상태의 징후 또는 증상에 대한 경계
 - 필요한 경우 비상 대응 요원 소환
 - 비상 시 밀폐 공간에 들어가지 않음 밀폐 공간 진입자(Entrant)는 다음을 담당한다.
 - 밀폐 공간의 실제 또는 잠재적 유해·위험요인(hazard) 이해
 - 밀폐 공간에서 올바른 PPE 사용
 - 위험한 상황이 발생하면 수행원(Attendant)에게 경고
 - 수행원(Attendant)과의 커뮤니케이션
 - 필요에 따라 즉시 공간 대피

10.3 공기 모니터링

- 공기 모니터링은 훈련받은 적격자가 수행해야 한다.
- 밀폐된 공간에 들어가는 것은 휴대용 가스 감지기로 테스트해야 한다.
 - 산소(O_2)
 - 일산화탄소(CO)
 - 폭발 하한(LEL)

10.3 탈출/대피/구조 (EER)

10.3.1 구조계획

- 허가가 필요한 밀폐된 공간에 들어갈 때는 구조 계획이 수립되어야

한다.

- 구조 계획에는 응급 처치 제공자가 현장에 도착할 수 있는 합리적인 대응 시간이 포함되어야 한다.
- 해당 공간에서 작업할 때 밀폐 공간에서 위험한 상태가 발생하면 모든 진입자(Entrant)는 위험한 상태의 원인이 확인되고 해결될 때까지 즉시 대피해야 한다.
- 각 사업 단위는 사업 단위의 각 밀폐 공간에 대한 밀폐 공간 유해·위험요인(hazard) 평가를 개발해야 한다.

10.3.2 구조 연습

- 밀폐 공간에서의 구조는 비상 대응 훈련에서 연습해야 하며 밀폐 공간 진입에 관여하는 모든 사람에 대해 문서화해야 한다.
- 구조 작업은 실제 공간 또는 구조가 수행될 수 있는 조건과 매우 유사한 공간에서 수행되어야 한다.
- 구조 마네킹을 사용하여 훈련하는 것을 권고한다. 구조 전문가가 참여하고 보조 구명로프가 사용되지 않는 경우, 나셀에서 사람을 대상으로 구조훈련 및 지상으로 하강하는 훈련을 하는 것은 금지한다.

11 양중작업

11.1 기본원칙

- 크레인을 이용하여 중량물을 권상/권하하기 위해서는 양중작업계획서를 작성하고, 작업허가서를 발부받아 작업하여야 한다.
- 크레인, 지게차 또는 기타 기계 장비를 이용하여 양중하는 경우, 양중하기 전에 양중 장비가 인증받았고 유효검사기간 내에 있는지 확인한다.
- 양중작업을 시작하기 전에 장비에 대한 점검을 시행한다.
- 양중시 가능하면 인력운반(manual handling)은 피하고 기계 장비를 이용하여야 한다.
- 양중은 단순 양중(발전기 또는 기초/플랫폼에 장착된 서비스 크레인 사용)과 복합 양중(중량물 양중을 위하여 외부 크레인 사용)으로 구분한다.
- 나셀 또는 기초/플랫폼에 장착된 서비스 크레인을 사용하는 경우 모든 물건은 승인된 양중백(lifting bag)에 넣어 밀봉하거나 적격자(competent person)가 들어 올려야 한다.
- 숙련된 적격자(competent person)만 이 주요 구성품을 양중할 수 있다. 적절하게 훈련/인증된 직원만 이 지게차 또는 기타 동력 산업용 모바일 장비를 작동할 수 있다.
- 인양 작업에 관련된 사람 이외의 사람은 인양 구역에 들어갈 수 없다.
- 장비 설명서에 따라 양중 장비를 사용한다. 매달린 하중 아래에서 서 있거나 이동하는 것은 허용되지 않는다.
- 해상 양중의 경우, 해상상태(sea state)를 고려하여 지정된 양중 사양서(original specified lifting specification)에 명기된 용량보다 작은 용량으로 계획한다.

11.2 관리자의 책임

양중 감독자 (lifting supervisor)

- 양중 감독자는 크레인 작업자와 협력하여 양중을 조정할 책임이 있으며 모든 양중과정 동안 크레인 작업자와 명확하게 의사소통할 수 있어야 한다.
- 양중 감독자는 관련 법률의 요구조건에 따라 양중작업을 수행할 책임이 있으며 모든 관련 직원이 계획을 이해하도록 해야 한다.
- 양중 감독자는 예를 들어 밝은 색상의 조끼 및/또는 안전모를 착용하여 쉽게 구별되어야 한다.
- 인양 감독자는 양중 구역에 승인되지 않은 사람을 확인하여 현장에서 나가도록 할 책임이 있다.

11.3 위험성 평가(RA)

- 양중작업은 항상 작업 환경을 고려한 위험성 평가(RA)와 작업 지침에 의해 문서화되어야 한다.
- 모든 직원은 자신의 작업과 위험성 평가(RA) 내의 잔여 위험성에 대해 교육을 받아야 한다.

11.4 양중 작업

11.4.1 중량물 인양계획서 작성

- 단순 양중으로 분류되지 않은 양중은 승인된 양중 계획에 따라 수행해야 한다. 양중은 적격자(competent person)가 계획해야 하며 지정된 양중 감독자(lifting supervisor)가 감독해야 한다.

11.4.2 의사소통

- 관련된 모든 사람 간의 원활한 의사소통을 수립하고 유지한다.
 - 무전기 등을 이용한 구두 의사소통을 최우선으로 고려하여야 한다.

다. 의사소통에 장애가 없는 양중 작업(예: 가시성, 거리)의 경우 구두 의사소통이 최우선적으로 반영되어야 한다.

- 그럼에도 불구하고, 구두 의사소통이 불가능한 경우 별도의 협의를 하지 않은 경우 국제적으로 인정된 크레인 신호를 사용한다.
- 신호원은 지형이나 화물에 의해 가려질 수 있으며 장거리 또는 악천후 조건에서는 수신호가 불명확할 수 있다. 이러한 상황에서는 양방향 라디오를 사용해야 한다. 극단적인 상황이 아닌 한 작업 중 통신 수단으로 휴대전화를 사용하는 것은 피해야 한다. 양중 작업을 시작하기 전에 배터리가 완전히 충전되었는지 확인한다.
- 특정 표준화된 명령 및 신호를 포함하는 통신 계획을 설정한다. 크레인 운전자와 신호원 사이에 신호체제가 동일한 지 확인한다.
- 한 번에 한 사람만 크레인 운전자에게 신호(지시 제공)를 할 수 있다.
- 리프팅 작업에 관련된 모든 작업자는 안전 문제가 확인된 경우 언제든지 리프트를 중지할 권한이 있다.
- 크레인 운전자 및 양중팀과 계획된 양중작업에 대해 논의한다(툴박스 미팅).

11.4.3 양중 장비

- 인증되고 승인된 양중 장비만 사용한다. 임의로 제작한 양중 장치를 사용하지 않는다.
- 크레인, 서비스 크레인, 호이스트 및 모든 양중 기기에는 이 기기에 대한 인증, 안전 작업 하중(SWL, safe working load), 최근 검사 날짜, 검사를 수행한 사람 및 다음 검사 날짜가 눈에 띄게 표시되어야 한다.
- 장비 사용자는 인증받고 표시가 있는 양중 장비만 사용할 책임이 있다.
- 호이스트, 크레인 및 이와 유사한 양중 장비에 대한 인증서 및 사용 설명서는 장비에서 접근할 수 있도록 보관해야 한다.

11.4.4 호이스팅 도구

서비스 크레인이 없는 발전기의 경우:

- 지정된 작업 지침 및 위험성 평가에 따라 대체 수단을 사용할 수 있다.
- 타워 내부에서 도구를 권상 또는 권하하는데 서비스 크레인 또는 내부 리프트를 사용하여 합리적이고 실용적으로 사용할 수 없는 경우, 지정된 작업 지침 및 위험성 평가에 따라 대체 수단을 사용할 수 있다.
- 중량물을 권상/권하하는데 사용되는 대체 수단에는 작동하는 사람이 로프에서 손을 떼면 로프를 제어하는 브레이크 장치가 항상 장착되어 있어야 한다.

이동식 크레인 및 기계류 사용에 대한 인증

- 기계 조작자는 크레인 및 지게차를 작동하기 위한 유효하고 승인된 면허가 있어야 한다.

리깅 (Rigging)

- 적격자(competent person)만 리깅을 할 수 있다. 무게, 무게 중심 및 양중 장비의 적합성을 결정하는 것은 인증된 리거(rigger)의 책임이다.
- 양중 장비를 사용하기 전에 육안으로 검사한다. 결함이 있거나 검사 기간이 지난 장비는 절대 사용하지 않는다.
- 결함이 있는 장비에 “사용하지 마시오”라는 라벨을 붙이고 적절하게 격리되었는지 확인한다.

바람

크레인 작동 중에는 다음 항목에서 명시된 제한 사항과 관련하여 풍속을 특별히 고려해야 한다.

- 양중계획
- 작업 지시

- 설치 매뉴얼

인양 감독관(lifting supervisor)은 기상 관찰을 통하여 인양이 안전하게 수행될 수 있는지 여부를 크레인 운전자와 협력하여 결정한다.

갑작스러운 돌풍의 위험을 항상 고려해야 한다.

나셀 서비스 크레인, 밀봉된 인증된 양중 백 또는 기타 적절하게 리깅되는 하중을 사용하여 간단한 리프트를 수행하는 동안 하중의 특성과 안정성뿐만 아니라 나셀 방향에 대한 풍속과 풍향을 평가해야 한다.

나셀 크레인을 이용한 단순 리프트 시:

- 인증된 양중 백 사용
- 인증된 리깅 장비

풍속과 나셀의 방향, 하중의 안정성을 항상 고려해야 한다.

크레인 신호

- 다음 그림은 ISO 16715에 따른 크레인 수신호이다.
- 크레인 운전자에게 신호를 보내고 안내하는 것은 지정된 사람만 한다.

표 11-1 크레인 작업용 수신호
(일반수신호)

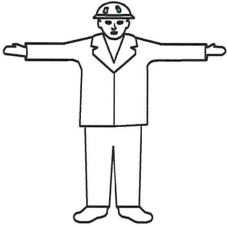
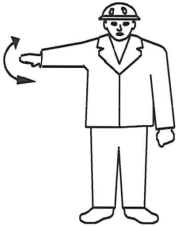
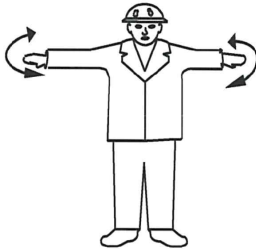


 <p>그림 1</p> <p>작업 시작 (나의 지시를 따르시오)</p> <p>두 팔을 수평으로 뻗고 손바닥은 펴서 정면을 향 하게 한다.</p>	 <p>그림 2</p> <p>멈춤 (보통 멈춤)</p> <p>한 팔을 수평으로 뻗고서 손바닥은 바닥을 향하게 하고, 팔은 수평을 유지하 며 앞뒤로 움직인다.</p>	 <p>그림 3</p> <p>비상 멈춤 (긴급 멈춤)</p> <p>두 팔을 수평으로 뻗고, 손바닥은 바닥을 향하게 하고, 팔은 수평을 유지하 며 앞뒤로 움직인다</p>
 <p>그림 4</p> <p>작업 중지 (나의 지시 따름을 중지하시오)</p> <p>양손을 신체 앞쪽 가슴 높이에서 모으고 움켜쥔 다.</p>	 <p>그림 5</p> <p>미동 혹은 최저속</p> <p>두 손바닥을 마주치며 왼 을 그리듯 문지른다. 이 신호 후에 기타 해당 수신호를 적용한다.</p>	

표 11-1 크레인 작업용 수신호
(수직동작)

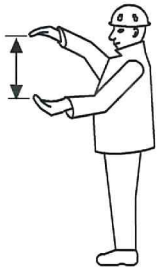


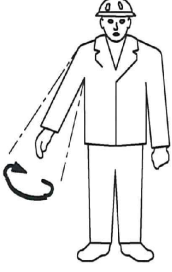

 <p>그림 6</p> <p>수직거리 표시</p> <p>두 팔을 몸 앞쪽으로 뻗고, 두 손바닥을 마주하여 한 손을 다른 손 위에 둔다.</p>	 <p>그림 7</p> <p>화물을 일정한 속도로 올리기</p> <p>한 팔을 위로 올리고, 주먹을 쥔 상태에서 검지는 위쪽을 가리키며 팔뚝으로 작은 평면 원을 그린다.</p>	 <p>그림 8</p> <p>천천히 올리기</p> <p>한 손은 올리기 신호를 하고, 다른 한 손바닥은 신호를 하는 손 위에 올려놓은 후 움직이지 않는다.</p>
 <p>그림 9</p> <p>화물을 일정한 속도로 내리기</p> <p>한 손은 올리기 신호를 하고, 다른 한 손바닥은 신호를 하는 손 위에 올려놓은 후 움직이지 않는다.</p>	 <p>그림 10</p> <p>화물을 일정한 속도로 내리기</p> <p>한 팔을 몸과 거리를 두고서 아래로 내리고, 주먹을 쥔 상태에서 검지를 아래쪽으로 가리키며 팔뚝으로 작은 평면 원을 그린다.</p>	

표 11-1 크레인 작업용 수신호
(수평동작)

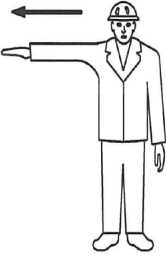





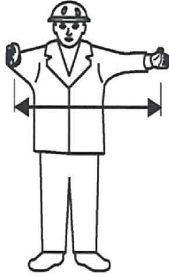
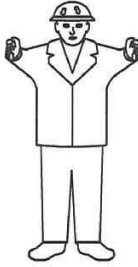

 <p>그림 11</p> <p>주행/선회 방향 표시</p> <p>한 팔을 수평으로 뻗으며 손은 펴고, 손바닥은 아래로 향하게 하여 원하는 방향을 가리킨다.</p>	 <p>그림 12</p> <p>주행 (나에게서 멀어지시오)</p> <p>두 팔을 앞쪽으로 펴서 벌리고 두 손은 펴서 손바닥을 아래쪽으로 유지한 상태에서, 두 팔뚝을 위아래로 반복하여 움직인다.</p>	 <p>그림 13</p> <p>주행 (나에게로 오시오)</p> <p>두 팔을 앞쪽으로 펴서 벌리고 두 손은 펴서 손바닥을 위쪽으로 유지한 상태에서, 두 팔뚝을 위아래로 반복하여 움직인다.</p>
 <p>그림 14 a</p>	 <p>그림 14 b</p>	 <p>그림 15</p>
<p>양쪽 크롤러 트랙 주행</p> <p>두 주먹을 몸 앞쪽에 놓은 후 앞쪽 혹은 뒤쪽의 주행하는 방향으로 서로를 회전시킨다.</p>		<p>한쪽 크롤러 트랙 주행</p> <p>한쪽 트랙의 잠금을 표시하기 위해 한쪽 주먹을 들어 올린다. 다른 한쪽 주먹은 몸 앞에서 반대쪽 트랙의 주행 방향을 가리키며 수직으로 회전시킨다.</p>

표 11-1 크레인 작업용 수신호
(수직동작)

 <p>그림 16</p> <p>수평거리 표시</p> <p>두 팔을 몸 앞쪽으로 수평하게 뻗고서 두 손바닥은 마주하게 둔다.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>그림 17a 그림 17b</p> <p>뒤집음 (두 크레인 혹은 두 개의 혹)</p> <p>두 팔을 몸 앞쪽으로 평행하게 뻗고서 뒤집을 방향으로 90도 회전시킨다. ※ 크레인 또는 혹의 인양 능력이 급격한 불균형에 의한 전복 하중에 대해 충분한 용량을 가지는지 확인이 필요하다.</p>
---	--

(장비 관련 동작)



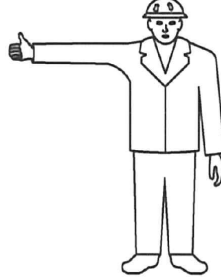
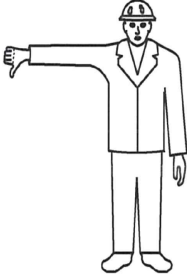




 <p>그림 18</p> <p>메인 호이스트 사용하기</p> <p>머리 위에 한 손을 두고, 다른 한 손은 몸 측면에 둔다. 이 신호 이후의 수신호는 메인 호이스트에만 적용한다. 하나 이상의 메인 호이스트가 존재하는 경우, 신호수는 크레인 번호로 표시하거나 손가락을 가르킨다.</p>	 <p>그림 19</p> <p>보조 호이스트 사용하기</p> <p>한쪽 팔뚝을 수직으로 유지하며 주먹을 쥔다. 다른 한 손으로 팔꿈치를 움켜쥔다. 이 신호 이후의 수신호는 보조 호이스트에만 적용한다.</p>	 <p>그림 20</p> <p>붐 올리기</p> <p>한 팔을 수평으로 뻗고서 엄지 손가락을 위로 향하게 한다.</p>
--	---	---

표 11-1 크레인 작업용 수신호
(장비 관련 동작)

 <p>그림 21</p> <p>붐 하강</p> <p>한쪽 팔을 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 아래로 향하게 한다.</p>	 <p>그림 22</p> <p>붐 확장 또는 트롤리 확장</p> <p>양손을 앞쪽으로 뻗고(주먹을 쥔 상태) 엄지손가락을 서로 반대방향으로 유지한다.</p>	 <p>그림 23</p> <p>붐 축소 또는 트롤리 축소</p> <p>양손을 앞쪽으로 뻗고(주먹을 쥔 상태) 엄지손가락을 마주 보는 방향으로 유지한다.</p>
 <p>그림 24</p> <p>붐 상승과 동시에 하물 인하</p> <p>한 팔은 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 위로 향하게 하고, 다른 한 팔은 몸과 거리를 두고서 아래로 향하게 하여 팔뚝으로 작은 평면 원을 그린다.</p>	 <p>그림 25</p> <p>붐 하강과 동시에 하물 인상</p> <p>한 팔은 수평으로 뻗고서 엄지손가락을 아래로 향하게 하고, 다른 한 팔은 위쪽으로 올려 손가락으로 작은 평면 원을 그린다.</p>	

12 화기작업

12.1 기본원칙

화기작업을 시작하기 전에 항상 법적 요구조건을 따른다.

- 풍력 발전기에서 수행되는 모든 화기작업은 사전 승인을 받아야 한다.
- 적격자(competent personnel)만 화기작업을 수행할 수 있다.
- 모든 화기작업 활동에는 화재 감시자가 지정되어 있어야 한다.
- 야외에서 작업할 때는 특히 바람과 마른 잡초, 연료 탱크 및 기타 유형의 가연성 물질에 주의한다.

12.2 현장에서 화기작업 수행

현장에서 화기작업을 시작하기 전에 다음을 준수한다.

- 사용할 공구의 상태를 검사하고 올바르게 접지되었는지 확인한다.
- 스파크와 열을 견딜 수 있는 긴 소매 셔츠를 포함하여 화기작업을 위한 적절한 개인보호구(PPE)를 착용한다.
- 적절한 소화기가 화기작업 구역 내에 있어야 한다.
- 화기작업 구역의 환기가 잘되는지 확인한다.
- 기계 장비를 사용해야 하는 경우 기계 환기도 필요할 수 있다.
- 작업 영역 주변은 화재 위험을 줄이기 위해 화기작업의 충격으로부터 보호되어야 한다. 즉, 가연성 물질을 방화 담요로 덮는다.
- 가연성 또는 가연성 물질이 있는 곳에서 용접, 금속 절단 및 화염 토치를 사용한 연소 작업 또는 연삭 작업을 하는 경우 화재 감시자를 고용한다.

12.3 화재감시자 임무

화재 감시자는 다음 절차/의무를 준수해야 한다.

- 스파크나 용융 금속이 구조물의 일부를 구성하거나 해당 지역에 저장된 가연성 물질과 접촉하지 않도록 한다.
- 스파크가 가연성 물질이 있는 곳으로 이동하지 않도록 한다.
- 화기작업 중 대형상자(crates), 상자(carton), 포장재, 도료, 용제 등과 같은 가연성 물질이 작업 영역에 들어올 경우 작업을 중지해야 한다.
- 풍력발전기 또는 작업장에서 비치된 기존 발전기 소화기를 보완하기 위해 추가 소화기가 화기작업장 근처에 있는지 확인한다.
- 소화기 취급 및 작동에 대해 충분히 교육을 받는다.
- 가장 가까운 화재경보기 또는 사용가능한 통신수단의 위치를 숙지한다.
- 실제 용접, 절단 또는 기타 화기작업이 수행되는 동안 관찰에 모든 주의를 기울인다.
- 화기작업이 완료되면 화재점검을 완료하고 필요시에는 화기작업이 완료된 후 정기적인 사후점검으로 화재점검을 실시한다.

13 화재예방

13.1 기본원칙

작업 환경과 작업은 작업을 시작하기 전에 위험성 평가를 수행해야 한다.

13.2 현장관리자 (관리감독자)

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 화기작업을 수행하기 전에 화기작업 허가를 승인한다.
- 현장의 신규 및/또는 재배치된 직원이 화기작업 요구조건 및 화기작업 허가 완료에 대해 교육을 받도록 한다.
- 작업 현장의 모든 직원은 올바른 화재 절차에 대해 교육을 받고 소화기 위치를 알고 있어야 한다.
- 협력업체 및/또는 관계수급자가 화기작업 유해·위험요인(hazard)에 노출되는 경우 화기작업 작업을 조정한다.
- 화재 감시자가 책임에 대해 교육을 받았는지 확인한다.
- 모든 소방 장비는 쉽게 찾을 수 있고 쉽게 접근할 수 있는 위치에 있어야 한다. 일정 간격으로 장비를 점검하고 유지관리해야 한다.
- 전화(유선 또는 모바일), 무선 호출, 사이렌 등과 같은 경보 시스템을 구축하여 비상 상황 발생 시 모든 직원에게 현장 및 지역 응급 서비스에 연락할 수 있도록 하게 한다.
- 전화번호와 화재 보고 지침을 현장 사무실에 배치하여 쉽게 이용할 수 있도록 한다.

13.3 작업자

작업자는 다음을 확인하고 준수한다.

- 현장별 흡연 규칙을 준수한다.
- 작업에 필요한 소방 장비를 배치하고 점검한다.

- 잠재적인 화재 위험이 있는지 작업 영역을 평가한다.
- 소방 장비의 위치를 파악한다.
- 화재 발생 시 안전한 대피 경로를 식별한다.
- 자재는 화재 방지 장비, 제어 밸브, 방화문, 경보 장치 등에 대한 접근을 방해하지 않는 방식으로 보관한다.
- 연소 엔진으로 구동되는 장비(예: 휴대용 발전기)는 모터 배기가스가 점유 공간으로 들어가지 않도록 한다.
- 배기가스는 가연성 물질로부터 멀리 떨어져 있어야 한다.
- 엔진이 작동하는 동안에는 장비에 연료를 공급하지 않는다.
- 가연성 액체의 사용을 최소화한다.
- 가연성 압축 가스 실린더와 산화제를 분리한다.
- 가연성 물질(예: 걸레, 종이 타월 등)에 대한 올바른 관리 원칙을 준수한다.
- 기름 묻은 걸레는 용도에 적합하고 라벨이 붙은 쓰레기통에 보관한다(가급적 뚜껑이 있는 금속 용기).
- 기름기가 많은 걸레를 일반 쓰레기/쓰레기통이나 양동이에 버리지 않는다.

13.4 연료, 디젤 및 휘발유

연료, 디젤 또는 휘발유를 현장에 보관하는 경우 다음을 준수한다.

- 승인된 포장 및 라벨링으로 안전한 장소에 보관한다.
- 모든 용기는 스푼 트레이(spill tray)에 보관한다.
- 가연성 및 가연성 액체를 현장에 보관하려면 현장관리자(관리감독자)의 승인을 받는다.
- 가연성 및 가연성 액체의 위치는 법규에 따라 보관해야 한다.
- 탱커는 적절하게 접지되어야 하고 필요한 양에 사용할 수 있는 적절한 유출 키트가 있어야 한다.

- 화학물질이 누출되지 않도록 현장에서 화학물질을 따라낼 때 주의를 기울여야 한다.
- 연료, 디젤 또는 휘발유 유출 또는 누출의 경우 화학 물질 또는 유해 유출에 대한 비상대응계획을 참조한다.
- 화학 물질 또는 유해 폐기물이 유출된 경우 항상 법률 및 규정을 따른다.

14 전기적 안전

14.1 기본원칙

- 이 절의 내용은 최소한의 규정이다. 따라서 현장에서 추가적인 규정을 수립하여야 한다.
- 전기작업은 적격자(자격, 면허, 기능 또는 경험이 요구사항에 만족하는 사람)가 수행해야 한다.

작업명	작업범위	자격·면허·기능 또는 경험
전기사업법」에 따른 전기설비 등을 취급하는 작업	자격 또는 면허를 가진 사람이 취급해야 하는 업무	전기사업법에서 규정하는 자격

- 연관법 전기사업법 제2조(정의), 제73조(전기안전관리자의 선임 등)
- 자격·면허 : 토목산업기사, 일반기계기사, 산업기계설비기사, 전기산업기사 등
- 전기적 유해·위험요인(hazard)은 통전된 회로 부품과의 접촉 또는 근접 또는 장비 고장으로 인해 감전, 아크 플래시 화상 또는 아크 폭발이 발생할 수 있는 위험한 상황이다.
- 이 절의 규정을 적용한다고 해서 작업 전에 수행되어야 할 유해·위험요인(hazard) 식별 및 위험성 평가(RA)/작업안전분석(JSA)을 생략할 수 있는 것은 아니다.
- 이 절은 컴퓨터, 프린터, 진공 청소기 또는 이와 유사한 장비와 같이 전기 접촉이 방지된 장비를 정상적으로 사용하는 것을 다루기 위한 것은 아니다.
- 전기사업법상 전압체계와 산업안전보건기준에 관한 규칙상 전압체계가 상이하다.
 - 전기사업법 시행규칙
 - 저압 : DC 1500V, AC 1000V 이하
 - 고압 : DC 1500V 초과 7000V 이하

AC 1000V 초과 7000V 이하

- 특고압 : 7000V 초과
- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 저압 : DC 600V, AC 750V 이하
 - 고압 : DC 600V 초과 7000V 이하

AC 750V 초과 7000V 이하

- 특고압 : 7000V 초과
- 미국과 일본은 고전압을 600VAC 이상으로 정의한다.

표 14.1 저압, 고압, 특고압의 구분

구분		전기사업법 시행규칙	산업안전보건기준에 관한 규칙
저압	DC	1500V 이하	600V 이하
	AC	1000V 이하	750V 이하
고압	DC	1500V 초과 7000V 이하	600V 초과 7000V 이하
	AC	1000V 초과 7000V 이하	750V 초과 7000V 이하
특고압		7000V 초과	7000V 초과

14.2 전기 안전 작업 조건

모든 전기 회로 도체 및 회로 부품에 전력공급을 차단하고 다음을 통해 완전히 방전(에너지 소산)이 확인될 때까지 전원이 공급되고 있는 것으로 간주해야 한다.

- 특정 장비에 대한 가능한 모든 전력 공급원을 확인한다. 적용 가능한 최신 도면, 다이어그램 및 식별 태그를 확인한다.
- 부하 전류를 차단한 후 각 전원에 대한 단로장치(disconnecting device)를 연다.
- 가능하면 단로장치(disconnecting device)의 모든 접점이 완전히 열려 있는지 또는 인출형 회로 차단기(draw-out type circuit breakers)가 완전히 단로된 위치로 빠져 있는지 육안으로 확인한다.
- 스프링 작동 기능이 있는 회로 차단기의 작동 스프링 고장을 완화하

려면 차단기를 열기 전이나 차단기를 분리 지점으로 사용하기 전에 스프링을 해제해야 한다.

- 전기 에너지가 충전될 가능성이 있는 경우 이를 분리(isolated)하거나 절연(insulated)해야 한다. 이것이 가능하지 않은 경우 해당 목적에 맞게 설계된 승인된 공구로 상도체(phase conductor) 또는 회로의 한 부분을 접지하여 전위를 소산시켜야 한다.
- 전압이 없는지 확인하여 회로 부품의 전원이 차단되었는지 확인한다. 3점 시험법(three-point Test Method, Check-Test-Check)에 따름
- 유도 전압의 가능성이 있는 고전압 회로 및 저전압 회로의 경우 정격 고장전류의 단락 접지 연결을 적용한다.

전기적으로 안전한 작업 조건은 다음을 통해 전압이 없는지 테스트하여 확인해야 한다.

잠금장치 점검 (Test for Lockout):

- 잠금형 절연 단로장치는 단로지정에 가능한 한 가까운 전압에 대해 테스트해야 한다.
- 단로장치와 테스트 지점 사이에는 일시적으로 회로를 열 수 있는 다른 부품이 없어야 한다. 여기에는 퓨즈, 접촉기, 열 과부하 및 기타 분리가 포함된다.
- 테스트 포인트와 함께 사용 지침이 제공되는 경우 비접촉 전압 포털(Non-Contact Voltage Portal)이 허용된다.

접촉 전 점검 (Test-Before-Touch):

- 자격을 갖춘 전기 작업자는 작업할 장비의 전기 외함(enclosure, 캐비넷)을 연 직후 전압이 없는지 확인해야 한다.
- 접촉할 수 있는 모든 도체를 점검한다.
- 도체와 접촉될 수 있는 모든 위치에서 점검한다.
- 작업 연속성이 끊어진 경우 작업을 재개하기 전에 Test-Before-Touch를 수행한다.

전압 테스트는 3점 테스트 방법을 따라야 한다.

- 검전기는 이미 알고 있는 통전 회로를 사용하여 테스트하기 전에 기능을 점검해야 한다.
- 전압이 없는 상태는 다음 순서로 테스트해야 한다.
 - 각 상, 상-접지의 전압 시험
 - 각 상, 상간의 전압 시험
 - 단상 회로에 대하여 중성선에서 접지까지 전압 시험
- 전압 감지기는 알고 있는 통전 회로를 사용하여 테스트 후 기능을 점검해야 한다.

14.3 통전 전기 장비 작업

통전된 전기 장비에 대한 작업이란 작업자가 개방된 통전 부품의 제한 접근 경계(Restricted Approach Boundary) 내에서 수행하는 모든 작업을 지칭한다. 여기에는 진단 또는 수리와 관련된 모든 작업이 포함된다.

- 진단 작업은 충격 접근 경계(Shock Approach Boundary) 진입 요건에 따라 수행될 수 있다.
- 전압이 없는지 여부에 대한 테스트는 충격 접근 경계(Shock Approach Boundary) 안으로 진입하는데 필요한 요구조건에 따라 수행할 수 있다.
- 통전된 전기 장비의 수리 작업에는 통전된 전기 안전작업 허가서가 필요하다. 통전 전기 작업 허가증이 없는 모든 수리 작업은 전기적으로 차단된 안전한 작업 조건에서 수행해야 한다.

14.4 통전 육안 검사

정상적으로 폐쇄되어 있고 노출된 통전 고전압 장비는 육안 검사를 금지한다.

통전된 저전압 전기장비는 적절한 절차에 따라 전기적으로 차단된 작업 조건 여부와 상관없이 육안으로 검사할 수 있다.

14.5 잠금표지장치(LOTO)

전기작업시 「8 유해에너지관리」을 참조한다.

14.6 일반 작업 조건

- 개방된 전기 회로가 있는 영역의 전기 작업은 적절한 조명아래에서 수행되어야 한다.
- 전기 회로가 노출된 지역의 전기 작업은 캐비닛이나 외함(enclosure)에 맹목적으로 손을 대어서는 절대 안 된다.
- 개방된 전기 회로가 있는 영역의 전기 작업은 자세를 고려하여 미끄러지거나 걸려 넘어지거나 통전된 장비에 떨어지지 않도록 해야 한다.
- 모든 캐비닛과 외함(enclosure)는 아크 플래시의 가능성을 줄이기 위해 유지보수 또는 검사 후 전원을 다시 공급하기 전에 확실히 닫고 고정해야 한다.

14.7 고전압 작업 시 주의사항

- 모든 고전압 작업은 담당자로 지정된 고전압 작업자가 감독해야 한다.
- 고전압 작업자는 작업에 대한 특정 교육을 받고 고전압에 대한 경향이 있는 자격을 갖춘 전기 작업자이다.
- 경첩문 또는 패널이 있는 모든 고전압 전기 외함(enclosure)는 잠겨 있는 상태로 유지되어야 한다. 이 잠금 장치는 잠금 장치가 아니라 에너지 제어 조정자 또는 계통 운영자가 키를 제어하는 액세스 잠금 장치이다.
- 고전압 외함(enclosure)에 접근하려면 고전압 작업자가 외함(enclosure)를 전기적으로 안전한 작업 조건을 확보하여야 한다. 단락 접지를 연결해야 한다.
- 고전압 외함(enclosure)에 접근해야 하는 모든 작업에는 전기안전관리자 또는 관리자가 승인한 고전압 작업 허가가 필요하다.

- 고전압 스위치의 정상 작동 자체에는 조작 절차를 작성한다.

14.8 아크 플래시 유해 · 위험요인 및 보호

아크 플래시 유해·위험요인(hazard)은 풍력발전기 및 변전설비에서 존재한다. 아크 플래시는 작업자 및 직원에게 위험하거나 잠재적으로 치명적이거나 생명을 위협할 수 있는 유해·위험요인(hazard)이다.

- 아크 플래시는 전기 장비와 인간의 상호작용에 의해 가장 많이 발생된다.
- 아크 플래시가 발생할 가능성이 있으면 전기 작업을 수행하는 모든 작업자가 방염복을 착용해야 한다. 장비가 잠금장치로 잠겨 있어도 (locked out) 전압이 소산되지 않았다면 방염복을 착용해야 한다.
- 긴바지에 소매가 긴 방염복을 입어야 한다.

14.9 개인보호구

- 전기작업시 작업자는 개인보호구를 사용해야 한다. 여기에는 전압 정격 고무 절연 장갑, 방염복(non-melting clothing), 발을 완전히 덮는 녹지 않는 안전화 및 보안경이 포함된다.
- 입사 에너지가 8 Cal/cm^2 이상인 작업을 수행할 때 외이도 삽입 청력 보호 장치가 필요하다.
- 한계거리(Limited Approach Boundary) 이내로 들어갈 때는 직원의 몸에서 시계줄, 팔찌, 반지, 목걸이, 금속 프레임 안경, PDA, 휴대폰, 호출기, 추락 방지 안전대(harness) 및 특대 벨트 버클과 같은 전도성 보석류를 제거해야 한다.

14.10 작업공구

물리적 손상을 견딜 수 있을 만큼 충분히 강한 승인된 절연 공구만 사용해야 한다.

- 노출된 통전 도체 또는 전기 부품의 제한된 접근 경계 내에서 작업할 때 직원은 정격 전압 수공구만 사용해야 한다.

- 공구는 자주 검사해야 하며 손상되고 “사용중지”라는 태그가 붙은 경우 사용을 중지해야 한다.
- 전기 휴대용 전동 공구는 지락회로차단기(GFCI, Ground-Fault Circuit Interrupter)를 통해 공급되어야 한다. 소켓이 GFCI로 보호되지 않으면 휴대용 GFCI를 사용해야 한다. 연장 코드를 사용하는 경우 휴대용 GFCI가 소켓에 있어야 한다.
- 개인 보호 등급의 잔류 전류 장치(RCD)도 허용된다.
- 전기실이나 전기 작업을 수행할 때는 휴대용 절연 사다리만 사용해야 한다.

14.11 송변전설비 기기조작 일반

- ① 운전책임자는 운전원이 취급하는 기기에 대하여 완전히 이해하도록 하여야 하며, 운전원은 자신이 운전하는 기기와 이에 관한 절차 등을 잘 이해하고 준수하여야 한다.

- ② 기기조작전 안전회의

기기조작전에 조작책임자 주관으로 휴전작업책임자, 작업책임자 등 휴전작업에 관련된 종사자를 참석시켜 기기조작전 안전회의 시행후 조작함을 원칙으로 한다.

- ③ 조작순서 표시찰 부착 및 기기조작

조작책임자는 기 검토된 기기조작절차서의 순서에 따라 해당 기기의 조작순서 표시찰을 부착한 후 순서에 따라 조작하고 다음과 같은 조작꼬리표를 부착하여야 한다.

1. 적색위험주의 꼬리표

적색위험주의 꼬리표는 휴전작업명령서를 접수하여 검토한 후 조작책임자가 발행하며, 작업에 따르는 조작의 위험을 표시하는 것으로서 승인 조치가 끝난 후에 붙여야 하고 기기 운전에는 들어가기 전에 제거하여야 한다.

2. 황색주의 꼬리표

황색주의 꼬리표는 작업하는 동안 적색위험주의 꼬리표의 보조로 사용되며, 관련 있는 밸브, 개폐기 및 기타 기계기구가 어떠한 이

**위험주의
조작엄금**

○ 사업소명 : _____

○ 개폐장치 : _____

○ 작업내용 : _____

○ 개방일시 : _____

○ 투입일시 : _____

○ 조 작 자 : _____

서 명 _____

○ 주의사항
기기조작전에 조작책임자는 본
카드 기재사항을 확인한 후 개
폐장치에 걸고 조작해야 한다

[적색위험주의 꼬리표]

○○ 풍력발전단지

주 의

조 작 금 지

기기명 : _____

사업소명 : _____

○○ 풍력발전단지

주 의

지명된 조작승인자 외에 조작을 금함.

사업소명 : _____

기 기 명 : _____

조작책임자 : _____

년 월 일

[황색주의꼬리표]

[청색주의꼬리표]

그림 14-1 조작 꼬리표

유로도 작업중에는 조작불가를 나타내는 주의 표시찰로서 이의 부착 및 제거는 조작책임자가 지명하는 자가 하여야 한다.

3. 청색주의 꼬리표

청색주의 꼬리표는 안전밸브 등의 각종 조정기기가 지정된 조작 책임자 외에는 조정이나 조작불가를 나타내는 주의 표시찰로서 해당개소에 부착한다.

- ④ 기기조작 승인에 의한 꼬리표가 붙어있지 않은 개폐기는 운전상태로 간주한다.
- ⑤ 기기조작을 하고자 할 때에는 반드시 조작승인의 절차에 의한다.
- ⑥ 변전소에 있는 모든 기기와 설비는 명칭과 번호가 확정되어 있어야 하고 그 명칭과 번호만을 사용하여야 한다.
- ⑦ 가압된 고압 전기기기 설치장소의 출입문 및 기기조작함에는 잠금장치 시설을 하고, 열쇠는 운전책임자가 보관/관리해야 한다.
- ⑧ 차단기와 단로기 등(이하 기기) 조작은 작업자 등 모든 관련자가 충전부에 접근치 못하도록 조치하고, 작업현장의 정리상태 등 안전여부를 확인한 후 반드시 조작책임자 또는 운전원이 시행해야 한다.
- ⑨ 개폐기 조작은 사전에 준비된 조작절차에 따라 순차적으로 조작하되, 조작전후 개폐기 각상의 완전한 개폐여부를 필히 확인하며 진행하여야 한다.
- ⑩ 개폐장치의 조작순서는 아래 그림을 원칙으로 한다.(예1, 예2)

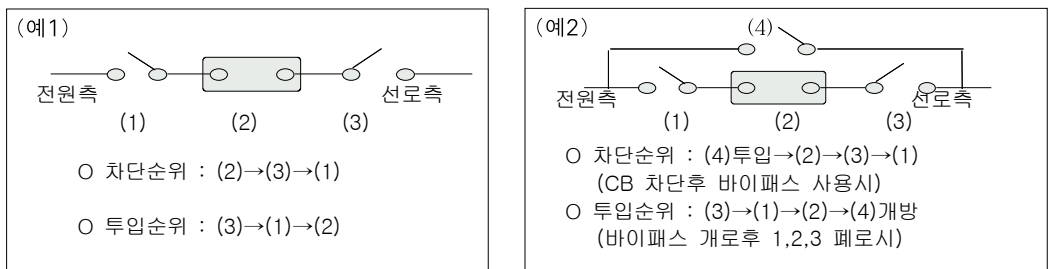


그림 14-2 계폐장치 조작순서

- ⑪ 차단기를 개방하고 작업할 때는 별도 지시가 없는 한 모선측 및 선로측의 단로기를 앞 “⑩”항에 의하여 반드시 개방하여야 한다.
- ⑫ 조작지시 및 기기조작 결과 보고는 부여된 개폐기의 명칭과 번호를 함께 사용하여 시행하여야 한다.

- ⑬ 개폐기 조작 전·후에는 반드시 관련 설비의 상태를 확인하여 전기적, 기계적 표시기가 정상인지의 여부를 판단해야 한다.
- ⑭ 170kV급 이상의 차단기 점검은 차단기 개방한 후 접지하여 차단기 내부에 설치된 콘덴서의 잔류전하를 완전히 방전시킨 후 시행해야 한다.
- ⑮ 개폐기 조작은 2인 1조 시행을 원칙으로 한다. 단, 원격조작이 가능한 무인변전소는 예외로 한다.
- ⑯ 조작할 개폐기는 기기번호 및 기기명칭을 통해 개폐기 조작전에 확인하여야 하고, 조작한 개폐기는 시건장치로 채정하고 조작금지 표지를 부착한다.
- ⑰ 단로기 등 부하전류 개폐능력이 없는 개폐기 조작은 다음에 의한다.
 - 1. 차단기가 투입되었거나 부하가 연결된 선로의 단로기는 차단 또는 투입해서는 절대 안 된다.
 - 2. 차단기가 개방되어 부하가 분리된 선로의 단로기는 충분한 거리를 유지하며 한 동작으로 조작해야 한다.

14.12 기타 전기안전

14.12.1 전기기계, 기구 등으로 인한 위험방지

과전류 보호장치

전기를 사용하는 장소에서 과전류로 인한 재해를 방지하기 위하여 전기계통상의 적절한 장소에 효과적인 과전류 보호장치를 설치하여야 한다.

용접봉의 홀더

아아크 용접 등(자동용접은 제외한다)의 작업에 사용하는 용접봉의 홀더에 대하여는 한국공업규격에서 정하는 홀더의 규격에 적합하거나 동등이상의 절연내력 및 내열성을 갖춘 것을 사용하여야 한다.

임시로 사용하는 전등 등의 위험 방지

- ① 이동전선에 접속하여 임시로 사용하는 전등이나 가설의 배선 또는 이동전선에 접속하는 가공 매달기식 전등 등을 접촉함으로 인한 감전 및 전구의 파손에 의한 위험을 방지하기 위하여 보호망을 부착하여야 한다.
- ② ①의 보호망을 설치하는 경우에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.
 1. 전구의 노출된 금속 부분에 근로자가 쉽게 접촉되지 아니하는 구조로 할 것.
 2. 재료는 쉽게 파손되거나 변형되지 아니하는 것으로 할 것.

화재폭발 위험장소에서의 전기설비

가연성가스 및 증기, 폭발성 분진 등에 의한 화재폭발 위험구역에 전기설비를 설치할 때는 화재폭발 방지를 위한 방폭구조의 전기설비를 설치하여야 한다.

14.12.2 배선 및 이동전선으로 인한 위험방지

배선 등의 절연피복

- 작업자가 작업 또는 통행 등으로 인하여 접촉하거나 접촉 할 우려가 있는 배선으로 절연피복이 있는 것 또는 이동전선에 대하여는 절연피복이 손상되거나 노화됨으로 인한 감전의 위험을 방지하기 위한 필요한 조치를 하여야 한다.
- 전선은 접속해서 사용하지 말아야 하며, 부득이하게 접속하는 때에는 당해 전선의 절연성능 이상으로 절연될 수 있는 것으로 충분히 피복하거나 적합한 접속기구를 사용하여야 한다.

습윤 장소의 이동전선 등

물 등의 전도성이 높은 액체가 있는 장소에서 사원이 작업 또는 통행 등으로 인하여 접촉 할 우려가 있는 이동전선 및 이에 부속하는 접속 기구는 당해 전도성이 높은 액체에 대하여 충분한 절연효과가 있는 것을 사용하여야 한다.

통로바닥에서의 전선 등 사용 금지

통로바닥에 전선 또는 이동전선 등을 설치하여 사용해서는 아니된다. 다만, 차량이나 그 밖의 물체의 통과 등으로 인하여 해당 전선의 절연피복이 손상될 우려가 없거나 손상되지 않도록 적절한 조치를 하여 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다.

꽃음 접속기의 설치·사용 시 준수사항

- 서로 다른 전압의 꽃음 접속기는 서로 접속되지 아니한 구조의 것을 사용하여야 한다.
- 습윤한 장소에 사용되는 꽃음 접속기는 방수형 등 그 장소에 적합한 것을 사용하여야 한다.
- 해당 꽃음 접속기를 접속시킬 경우에는 땀 등으로 젖은 손으로 취급하지 말아야 한다.
- 해당 꽃음 접속기에 잠금장치가 있는 경우에는 접속 후 잠그고 사용하여야 한다.

이동 및 휴대장비 등의 사용에 따른 전기 작업 시 조치사항

- 작업자가 착용하거나 취급하고 있는 도전성 공구·장비 등은 노출 충전부에 닿지 않도록 하여야 한다.
- 사다리를 노출 충전부가 있는 곳에서 사용하는 경우에는 도전성 재질의 사다리를 사용하지 말아야 한다.
- 젖은 손으로 전기기계·기구의 플러그를 꽂거나 제거하지 말아야 한다.
- 작업자가 전기회로를 개방, 변환 또는 투입하는 경우에는 전기 차단용으로 특별히 설계된 스위치, 차단기 등을 사용하여야 한다.
- 차단기 등의 과전류 차단장치에 의하여 자동 차단된 후에는 전기회로 또는 전기기계, 기구가 안전하다는 것이 증명되기 전까지는 과전류 차단장치를 재투입 하지 말아야 한다.

작업시작 전 점검

이동식 전기기계기구를 취급하는 작업 전에는 감전사고의 방지를 위하여 전선 및 접속부의 절연상태 등을 사전 점검하여 이상 없는 상태에서 사용한다.

15 기계적 안전

15.1 기본원칙

- 모든 회전 및 이동 기계는 에너지가 0인 상태가 확인될 때까지 에너지가 공급되거나 잠재적으로 에너지를 저장하는 것으로 취급되어야 한다.
- 가압시스템은 반드시 유해에너지 통제를 통하여 작업하여야 한다.
- 회전 부품 작업 시 회전 부품에 얹힐 수 있는 헐렁한 의복, 안전대(harness) 또는 장신구를 착용하는 것은 금지되어 있다.
- 장비가 움직이는 것을 방지하는 안전한 위치에 적절하게 잠기기 전에는 보호 장치를 제거하거나 개인이 움직이는 부품으로 인한 위험에 노출될 수 있는 발전기 부품에 접근하지 않는다.
- 기계적 잠금 장치를 제거하기 전에 보호대를 설치하고 해당 지역에서 인원을 제거한다.

15.2 역할과 책임

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 모든 장비 및 기계 작업자가 자신이 작동하는 장비에 대해 교육을 받고 자격을 갖추었는지 확인해야 한다.
- 신규 및 기존 풍력발전기 및 시설 기계를 작동하도록 작업자를 교육하고 자격을 부여한다.
- 안전 검사를 수행하고 기계 및 작업 조건이 요구조건을 준수하는지 확인한다.
- 결함이 있는 기계를 즉시 운영을 중단하고 고장표시를 붙이고 검사를 받도록 한다.

15.3 회전 부품 관련 작업 지침

작업 전

회전 부품에 대한 작업을 수행하기 전에 다음 요구조건을 충족해야 한다.

- 풍력 발전기는 정지되어야 한다.
- 브레이크가 작동되어 있어야 한다.
- 로터를 잠그고 표지를 붙인다.(LOTO)
- 헐렁한 옷, 안전대(harness) 또는 회전 부품에 얹힐 수 있는 품목을 착용하지 않는다.

작업 시

회전할 수 있는 부품에 대한 작업을 수행할 때는 다음 사항에 주의한다.

- 실드/커버를 제거하기 전에 전원을 끄고 잠금장치(lock)와 표시(tag)를 설정하고(LOTO) 작업 영역의 전원이 차단되었는지 확인해야 한다.
- 작업 중 제거된 실드/커버는 발전기 시동 전에 다시 설치해야 한다.
- 풍속이 발전기 고유 안전문서에 설명된 잠금 시스템의 기계적 설계 한계값을 초과할 때 발전기에서 작업을 수행해서는 안 된다.
- 모든 작업자는 부품을 회전해야 하는 작업(예: 베어링 윤활 시 드라이브 트레인 회전) 중에 회전 부품에서 멀리 떨어져 있어야 한다.
- 얹히거나 짓눌릴 위험 없이 한 손으로(보조 없이) 회전을 제어할 수 없는 경우 수동으로 부품을 회전해서는 안 된다.

15.4 기계식 로터 잠금 장치 사용

- 작업을 시작하기 전에 제작사 매뉴얼을 참고하고, 위험성 평가(RA)를 수행해야 한다.
- 위험성 평가(RA)는 현장관리자 (관리감독자)가 서명해야 한다.
- 기계식 로터 잠금장치를 활성화해야 하는 작업은 다음과 같다.
 - 허브와 블레이드
 - 블레이드, 허브 및 노즈 콘에 진입
 - 변속기 및 기어 오일 시스템
 - 기계 부품 분해 및 조정.
 - 볼트를 다시 체결.

- 수축 디스크 활성화.
- 육안 검사가 아닌 경우 내부 부품 검사.
- 커플링 및 브레이크 시스템
 - 기계 부품 분해 및 조정.
 - 볼트를 다시 체결.
 - 커플링 검사.
 - 베어링 윤활.
- 발전기
 - 기계 부품 분해 및 조정.
 - 볼트 재체결.
 - 슬립 링(slip ring) 시스템/유닛 작업.
- 피치 시스템 및 브레이크 시스템용 유압
 - 기계 부품 분해.
 - 교체가 필요한 유압 펌프.

◦ 발전기 외부

로터를 잠그는 것 외에도 다음과 같은 작업이 관련된 경우 자동 요잉 및 피칭에 대해 발전기를 고정하여야 한다.

- 외부 크레인 사용.
- 인력 바구니 또는 스카이 클라이머 사용
- 다른 리프트 또는 비계(scaffold) 사용.

충돌을 피하기 위해 수동 요잉 및 피칭에 대한 위험성평가를 수행하여야 한다.

- 차폐되지 않은 회전 부분에 가깝게 위치한 부품
 - 부품 교체.
- 요 시스템
 - 기계 부품 분해.
 - 요 브레이크 비활성화.

16 화학적 안전

16.1 기본원칙

작업자는 다음을 준수한다.

- 허가받고 자격이 있는 작업자만이 화학물질을 다룬다.
- 작업자는 작업에 적합한 개인보호구를 착용하여야 한다.
- 화학약품을 다룰 때는 항상 개인위생을 철저히 하고 화학약품 작업을 마친 후에는 노출된 피부를 깨끗이 닦는다.
- 의복이 오염되지 않도록 한다. 화학물질에 오염된 의복은 즉시 갈아입어야 한다.
- 화학 물질 작업이 수행되는 장소에서 흡연, 음주 또는 음식물 섭취를 허용하지 않는다.
- 물질안전보건자료(MSDS) 및 법률에 설명된 노출 한계(exposure limits)를 인지하고 준수한다.

16.2 역할과 책임

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 작업에 사용하도록 승인된 화학 물질만 사용한다.
- 한글로 된 물질안전보건자료(MSDS)를 사용할 수 있고 현장에서 알고 있는지 확인한다.
- 화학 물질을 취급하는 작업자 및 직원(협력업체 포함)가 화학 물질 사용과 관련된 위험과 개인보호구를 포함한 적절한 통제 조치의 중요성을 인식하도록 한다.
- 직원에게 적절한 개인보호구를 제공한다.
- 적절한 보관, 유출 처리, 폐기 및 개인 위생에 관한 아래 요구조건을 준수하기 위해 필요한 경우 적절하고 충분한 시설/장비에 쉽게 접근할 수 있는지 확인한다.
- 화학물질에 관한 모든 문제/이슈/우려사항을 경영진에게 보고한다.

16.3 개인보호구

- 작업 전에 개인보호구에 대한 위험성 평가(RA)를 수행해야 한다.
- 화학 물질을 취급하거나 화학 물질 근처에서 작업할 때는 안개나 증기의 흡입, 피부 접촉 또는 눈을 피하기 위해 적절한 개인보호구를 착용해야 한다.
- 적절한 개인보호구가 사용되었는지 확인하려면 항상 물질안전보건자료(MSDS)와 특정 작업 지침을 참조한다.
- PPE 사용에 대한 자세한 내용은 「8장 개인보호구」를 참조한다.
- 일반적인 개인보호구에는 다음이 포함되지만 국한되지는 않는다.
 - 피부 접촉을 방지하기 위한 적절한 작업복.
 - 피부 접촉으로부터 보호하기 위한 장갑.
 - 눈 접촉을 방지하기 위한 보호용 고글 또는 안면 보호구.
 - 흡입에 대한 보호를 위한 호흡기 보호.

16.4 보관

화학 물질을 보관할 때는 다음 사항을 준수한다.

- 제조업체의 지침(물질안전보건자료(MSDS)에 있음) 및 법률에 따라 모든 화학 물질을 운송, 저장 및 취급한다.
- 모든 화학물질 용기의 내용물과 화학물질의 유해·위험요인(hazard)을 식별한다.
- 화학 물질을 원래 용기에서 새 용기에 부은 경우 새 용기에 적절하게 표지를 붙인다.
- 접근이 통제되고 환기가 잘 되며 기상 영향을 받지 않는 곳에 화학물질을 보관한다.
- 항상 스�필 트레이(spill tray) 또는 이와 유사한 용액(연료 취급 포함)을 사용하여 환경(특히 수질)으로의 누출을 방지하기 위해 화학물질을 보관한다.

- 혼재금지 화학물질(incompatible chemicals)이 위험한 반응이나 혼합물로 인한 유해·위험요인(hazard)이 발생하지 않도록 물질을 보관한다.
- 유출 키트를 현장의 주요 위치에 보관하여 유출을 관리할 수 있도록 한다.

16.5 폐기

화학물질 및 화학물질로 오염된 물질을 폐기할 때는 다음 사항을 준수한다.

- 폐유 및/또는 화학 물질을 외부에서 폐기하거나 재활용하기 전에 안전한 장소에 수집 및 보관한다.
- 법적 요건에 따라 모든 용기에 폐기물 표지를 붙인다.
- 효율적으로 외부로 운송되어 폐기될 수 있도록 용기를 충분히 보관할 수 있도록 수집 구역의 크기를 조정하고 준비한다.
- 모든 유해 폐기물은 화학물질관리법에 따라 처리한다.

16.6 유출

화학물질이 유출되는 상황에 대해서는 「A. 비상대응조치」를 참조한다.

17 공구안전

17.1 기본원칙

이 장의 목적은 전기, 공압 및 유압 작동 수공구를 사용할 때의 안전한 작업 방법과 비계, 사다리 및 압축 가스와 같은 특수 장비의 검사, 사용 및 보관을 설명하는 것이다.

- 유지관리되어야 한다.
- 작업에 대한 위험성 평가(RA)를 수행해야 한다.
- 모든 직원은 적절한 개인보호구를 착용해야 한다.

17.2 역할과 책임

17.2.1 현장관리자(관리감독자)

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 기계, 공구 또는 장비를 작동하거나 사용하는 모든 개인이 법적 요구조건 및 제조업체의 요구조건에 따라 적절한 기술, 교육, 인정(accreditation) 및/또는 인증(certification)을 보유하고 있는지 확인한다.
- 공구 및 장비의 유해·위험요인(hazard)을 평가하고 모든 작업자, 직원 및 방문자에게 필요한 통제 및 개인보호구를 제공한다.
- 적절한 상태 및 교정을 확보하기 위해 자격을 갖춘 사람에 의한 최소한 1년에 한번은 검사를 받는지를 확인한다.
- 사용할 수 없는 공구 및 장비를 명기한다.
- 사용할 수 없는 공구 및 장비를 수리 및/또는 교체하기 위한 즉각적인 조치를 취한다.
- 기계, 공구 및 장비의 전반적인 제어를 담당하는 담당자를 지정한다.

17.2.2 작업자

작업자는 다음을 준수하여야 하여야 할 것이다.

- 작업에 항상 올바른 공구를 사용한다.
- 항상 장비 사용에 대한 교육을 받았는지 확인한다.
- 매번 사용하기 전에 사용 전 확인(pre-use check)을 완료한다.
- 제조업체의 설명서 또는 지침에 따라 공구를 사용한다.
- 사용할 수 없는 공구나 장비를 사용하지 않는다.
- 사용할 수 없는 장비를 즉시 보고한다.

17.3 공구 및 기타 장비

17.3.1 전기, 공압 및 유압 공구

전기, 공압 및 유압 공구를 작동하기 전에 다음을 확인한다.

- 공구 작동에 대해 제조업체의 지침을 숙지한다.
- 작업에 대한 위험성 평가(RA)를 수행해야 한다.
- 모든 직원은 적절한 개인보호구를 착용해야 한다.
- 공구를 운영하기 전에 모든 안전 장치가 제자리에 있어야 한다.
- 공구를 작동하기 전에 주변을 확인한다. 진동 공구를 사용할 때 작업 영역은 발에 걸려 넘어질 수 있는 유해·위험요인(trip hazard)이나 미끄러운 조건이 없어야 한다.
- 공구를 작동하기 전에 작업 영역에 있는 다른 사람에게 경고하거나 작업을 시작하기 전에 작업자가 공구 작동 영역에서 안전하게 이동되었는지 확인한다.
- 공구를 조작하는 사람은 공구가 걸리거나 완전히 멈출 수 있는 상황에 대비해야 한다.
- 작업자는 공구를 작동할 때 항상 안정적인 발판에서 작업해야 하고 균형을 유지해야 한다.
- 직원은 헐렁한 옷이나 장신구를 착용하지 않으며 긴 머리는 뒤로 묶는다.

전기 공구

다음은 전기 공구 사용에 대한 요구조건이다.

- 접지되거나 이중 절연된 공구만 사용한다.
- 사용 전 다음 사항을 확인한다.
 - 결함
 - 느슨한 부품
 - 변경된 안전 장치
 결함이 있는 전원 공급 장치
- 코드/전선 결함
- 개조되었거나 결함이 있는 공구를 사용하지 않는다.
- 결함이 있는 공구는 즉시 담당 관리자에게 보고한다.
- 전원 공급 장치에서 공구의 플러그를 뽑거나 분리하거나 사용 후에 해당되는 경우 감압한다.
- 공구를 날씨, 먼지 또는 습기로부터 보호되는 안전한 장소에 보관한다.

모든 이동식 및 고정식 그라인더에는 가드가 장착되어 있어야 한다. 누구도 공구에서 보호 장치를 변경, 해제 또는 제거할 수 없다.

공압 공구 (Pneumatic Tools)

다음은 공압 공구 사용을 위한 요구조건이다.

- 에어 공구를 분리하기 전에 에어 호스를 차단하고 압력을 뺀다.
- 공구를 사용하여 자신이나 옷을 청소하지 않는다.

유압 공구 (Hydraulic Tools)

다음은 유압 공구 사용에 대한 요구조건이다.

- 발전기 제조회사 및 공급업체/제조업체의 요구에 따라 공구를 보정한다.

17.3.2 사다리

- 사다리는 임시 작업에만 사용해야 한다. 가능하면 사다리를 사용하지 않는다.
- 해당 작업에 적합한 크기와 설계를 선택한다.
- 항상 사용 전 다음 사항을 확인한다.
 - 분할 측면 레일의 분할 (Split side rails.)
 - 가로대가 없거나 결함 여부.
 - 마모의 흔적.
 - 사람이 미끄러지거나 넘어질 수 있는 기름, 그리스 및 기타 물질.
 - 전면 및 후면 섹션을 열어 두는 금속 스프레더 또는 잠금 장치(모든 접사다리에 장착해야 함).
 - 페인트 또는 개조(목재 사다리).
- 사용할 수 없는 사다리는 '결함'으로 표시하고 사다리를 서비스 및 작업 영역에서 즉시 제거한다.
- 작업자는 작업 영역 위로 1미터(약 3단) 연장되는 사다리만 사용해야 한다. 작업자는 사다리에서 작업하는 동안 신체 부위를 과도하게 펴서는 안 된다(특히 작업을 완료하기 위해 손을 뻗을 때).

17.3.3 비계

- 항상 사용 전 다음 사항을 확인한다.
 - 비계는 산업안전보건기준에 관한 규칙의 요구조건을 충족해야 한다.
 - 미끄럼 방지를 위해 깔판(Planking)은 고정되어 있어야 한다.
 - 비계에는 난간과 발끝막이판(toe-board)이 있어야 한다.
 - 난간과 발끝막이판(toe-board)은 고정되어 있어야 한다.
 - 굴러서 이동하도록 설계된 비계는 위에서가 아니라 바닥에서 움직여야 한다.
 - 제자리로 이동한 후에는 바퀴를 잠가야 한다.

- 장치를 새 위치로 옮기기 전에 항상 비계에서 모든 공구와 장비/재료를 제거한다.
- 비계나 비계 경사재(scaffold bracing)를 절대 올라가지 않는다. 플랫폼 접근에는 항상 사다리를 사용한다.

17.3.4 압축 공기/가스 실린더

사용 전 점검

항상 사용 전 다음 사항을 확인한다. 손상이 있는 경우 담당 관리자에게 즉시 보고한다.

- 부식
- 피팅 (Pitting)
- 찌그러짐
- 절단
- 구멍
- 볼록한 용기 (Bulging containers)
- 아크 및 토치 그슬림
- 손상되거나 부식된 밸브 캡
- 실린더의 내용물을 식별하기 위한 올바른 라벨링/표시

저장

압축 가스 실린더를 보관할 때 다음을 지킨다.

- 장치를 똑바로 세운다.(빈 장치 또는 가득 찬 장치).
- 유닛이 떨어지거나 전복되지 않도록 실린더를 고정한다.
- 조절기를 제거한다.
- 실린더 밸브가 단단히 닫혀 있는지 확인한다.
- 사용 후와 보관 중에는 항상 실린더에 캡을 씌운다.

이동

압축 가스 실린더를 이동할 때 다음을 준수한다.

- 장치를 똑바로 세운다(빈 장치 또는 가득 찬 장치).
- 운송 중 장치가 떨어지거나 넘어지지 않도록 실린더(블록 및 타이 포 함)를 고정한다.
- 조절기를 제거한다.
- 운송하기 전에 실린더에 캡을 씌운다.
- 슬링이나 후크를 사용하여 실린더를 움직이지 않는다.
- 실린더를 이동하기 위해 크레인이나 호이스팅 장치를 사용해야 하는 경우 크래들 또는 이와 유사한 승인된 양중 장비를 사용한다.

18 차량 및 중장비 운영

18.1 기본원칙

- 중장비는 지게차, 프런트 엔드 로더, 텔레스코픽 리프트 및 불도저로 정의된다.
- 훈련되고 자격이 있는 직원만 이 중장비를 운전할 수 있다.
- 중장비는 적격자만 운전할 수 있도록 한다.
- 중장비를 운전하는 작업자는 자신과 다른 사람을 사고 및 부상을 보호할 수 있는 적절한 지식을 갖도록 한다.

18.2 역할과 책임

18.2.1 현장관리자(관리감독자)

현장관리자(관리감독자)는 다음을 수행하여야 할 것이다.

- 중장비를 작동하는 직원이 관련 안전 교육 및 실제 평가를 성공적으로 완료했음을 증명하는 기록을 유지한다.
- 중장비를 사용하는 직원이 그렇게 할 수 있는 권한이 있고 능력이 있는지 확인한다.
- 직원이 중장비 검사 양식을 작성하고 있는지 확인한다.
- 중장비의 주기적/적절한 유지보수 및 수리가 제조업체의 지침에 따라 수행되는지 확인한다.
- 제작사 요구사항에 따라 현장에서 검사 기록을 유지한다.
- 시설/건물 위험성 평가(RA)를 수행한다.
- 차량/중장비에 대한 제조업체 설명서가 있는지 확인한다.

18.2.2 작업자

작업자는 다음을 준수하여야 하여야 할 것이다.

- 중장비 운전에 대한 교육을 받았는지 확인한다.

- 운전할 차량에 대한 등록 양식과 함께 적절한 등급의 유효한 자동차 운전자 면허증을 소지해야 한다.
- 면허가 정지되거나 취소되었을 때는 현장관리자(관리감독자)에게 즉시 알린다.
- 사용 전 점검 및 검사를 완료한다.
- 부품, 장비 및 액세서리가 안전한 작동 상태에 있고 사용 중 고장을 유발할 수 있는 손상이 없는지 확인하기 위해 교대 시작 시 모든 차량을 점검한다.
- 장비 고유의 운전 고려사항으로 착용을 금하지 않는 한 중장비 현장, 작업 현장 또는 회사 업무 시 모든 차량 탑승자가 항상 안전벨트를 착용하도록 한다.
- 합리적으로 실행 가능한한 빨리 수리할 수 없거나 손상된 차량을 보고한다.
- 사용할 수 없거나 손상된 차량을 사용해서는 안 된다.
- 차량 사용에 대한 모든 현지 규칙 및 규정을 따른다.

18.3 중장비

중장비 사용 시 다음 사항을 준수한다.

- 중장비를 조작할 때는 이동 전과 이동 중에 이동 방향(머리 위 포함)에 장애물이 없는 지 항상 확인한다.
- 제방, 가파른 경사면 및 되메우한 가장자리에서 전도될 위험에 유의한다.
- 작업자를 들어 올리는 용도로 승인되지 않은 지게차로 작업자나 직원을 들어 올리는데 사용해서는 안 된다.
- 중장비가 후진할 때 청각 경보를 하여야 한다.
- 포크(Fork)는 가능한 멀리 벌려야 한다.
- 화물을 옮기기 전에 화물의 안정성을 확인한다.
- 경사로/경사면에서 짐을 운반할 때는 후진한다.

- 장비에는 전복 방지 장치가 설치되어 있어야 한다.
- 제조업체에서 제공한 안전벨트는 항상 사용해야 한다.
- 장비를 이동하기 전에 포크와 삼을 가능한 한 안전하게 내려야 한다.
- 장비를 떠나기 전에 포크와 삼을 완전히 내려야 한다.

19 해상안전

19.1 기본원칙

- 해상에서 작업을 계획하고 수행할 때 계획된 작업 및 운송 범위를 포괄하는 일기 예보에 특별한 주의를 기울여야 한다. 예보된 조건 내에서 기상 조건이 안전을 위협할 수 있는 정도로 악화되기 전에 직원이 풍력발전기에서 나갈 수 있도록 해야 한다.
- 특수 안전 규칙은 위치 및 고객 요구조건에 따라 다양한 해상 발전기와 관련될 수 있다. 이러한 특별 안전 규칙은 현장별 EHS 계획에 설명되고 현장전입시 교육되어야 한다.
- 해상에서 작업할 때는 다음과 같은 위험 요소를 다루는 교육 및 PPE 요구조건을 특별히 고려해야 한다.
 - 익수할 위험
 - 피난 조건
 - 기상 조건
 - 해상 상태
 - 얼음
 - 낙하물
 - 환승

19.2 역할과 책무

현장관리자 (관리감독자)

- 선박운항 전에 기상예보 및 특보 등 기상현황에 대한 정보를 업데이트한다.
- 선박을 이용한 이동에 앞서 서비스 선박의 전반적인 상태를 확인하여야 한다.
 1. 선박 규모, 최대탑승인원, 작업가능 환경조건
 2. 구명조끼의 유효성, 개수

3. 소화기구

4. 응급처치키트

5. 통신장비

- 가능한 야간에 선박을 이용한 이동을 피하여야 하며, 만약 야간에 선박 이동을 할 경우, 조명설비를 포함한 적합한 장비를 설치되어 있는지 확인한다.

서비스 선박 선장

- 선장은 선박의 운항 및 운송에 관한 모든 책임을 진다.
- 선박운항 전에 기상예보 및 특보 등 기상현황에 대한 정보를 업데이트한다.
- 선장은 해당 위치에서 해상상태(파고, 파랑 패턴, 해류)를 평가해야 할 책임이 있다. 선장은 선박의 성능 및 선장의 경험을 고려하여 안전한 조건에서 이동이 가능한지 결정하여야 한다.
- 선장은 특정 풍력발전기의 조건에 따라 항해가 안전한지, 환승이 안전한지 고려해야 한다.
- 서비스 선박의 갑판상 통행 및 이동에 장애물 등 위험요소가 없는지 확인하여야 한다.
- 서비스 선박과 작업자가 환승하려는 선박 또는 풍력발전기 사이에 무선 통신을 위한 장비가 정상작동 하는지 확인하여야 한다.
- 가능한 야간에 선박을 이용한 이동을 피하여야 하며, 만약 야간에 선박 이동을 할 경우, 조명설비를 포함한 적합한 장비를 설치되어 있는지 확인한다.
- 탑승자가 허용되는 복장을 착용하고 있는지 확인한다.

해상관제사(marine coordinator)

- 법적 및 현장별 요구조건을 고려하여 해상관제사(marine coordinator)는 해상 절차를 지정하고 선박 선장과 해상작업을 조정한다.
- 선박운항 전에 기상예보 및 특보 등 기상현황에 대한 정보를 업데이트한다.

작업자

- 항상 선장의 지시를 따라야 한다.
- 작업자는 서비스 선박의 갑판상 통행 및 이동에 장애물 등 위험요소가 없는지 확인하여야 한다.
- 작업자는 개인보호장구의 보관 위치 및 사용법을 숙지하여야 하며, 비상상황을 대비하여 서비스 선박의 정보(선명, 선박 번호 등)가 있는 위치를 파악하여야 한다.
- 작업자는 서비스 선박과 환승하려는 선박 또는 풍력발전기 사이에 무선 통신을 위한 장비가 정상작동 하는지 확인하여야 한다.
- 작업자는 가능한 야간에 선박을 이용한 이동을 피하여야 하며, 만약 야간에 선박 이동을 할 경우, 조명설비를 포함한 적합한 장비를 설치한 서비스 선박을 이용하여야 한다.
- 작업자는 허용되는 복장을 착용하고 있는지 확인한다.

1. 허용되는 복장

가. 소매가 있는 셔츠

나. 다리 전체를 보호할 수 있는 길이의 바지

다. 미끄럼 방지 밑창이 있고, 발 전체를 보호할 수 있는 신발

2. 착용불가한 복장

가. 민소매 상의

나. 반바지

다. 개방형 신발 (샌들, 슬리퍼)

- 하부구조물로의 환승 여부는 선장의 승인하에서 최종적으로 작업자가 결정한다.

19.3 항만 이용

부두 쪽에서 1미터 이내에서 작업:

- 단독으로 일하지 않다
- 항상 구명조끼를 착용한다.

- 방수복의 사용을 결정하기 위한 RA를 수행한다.

선박과 부두 간 이동

- 해운 요구조건에 따라 안전한 접근이 확보된 경우:
 - 구명조끼와 방수복이 필요 없음
- 해운 요구조건에 따라 안전한 접근이 확보되지 않은 경우:
 - 구명조끼는 필수

19.4 항해

- 항상 조난 신호기 하나 이상을 몸에 지닌다. 가급적이면 좋은 품질의 배터리가 달린 조명과 호루라기(또는 PLB) 형태가 바람직하다.
- 고시인성 베스트와 같이 밝은 색의 겉옷을 입는다. 대체 방법으로 반사 테이프 스트립을 겉옷 윗부분에 단다.
- 작업자는 안전한 선실에 있는 것이 원칙이다. 하지만 만일 갑판 위로 나가야 하는 경우 다른 사람에게 갑판 위로 갈 계획이라는 것을 알리고 항상 구명조끼를 착용한다.
- 단독으로 이동하거나 작업해서는 안되며 반드시 두 명이상이 같이 이동하거나 작업한다. 가능하다면 날씨가 좋지 않거나 악천후에는 갑판 위에서 걷지 않는다.
- 갑판 위를 걷거나 사다리를 오르내리거나 현문(gangway) 위를 걸을 때 주의를 기울인다.
- 난간과 다른 지지 장치를 손으로 붙잡는다. 난간이나 구명 밧줄에 기대지 않는다.
- 배 바깥쪽에서, 특히 선과 밧줄 주위에서 움직일 때 조심한다. 떨어질 때를 대비하여 지지장치를 잡을 수 있도록 주머니에 손을 넣지 않는다.
- 앞이 잘 안 보이면 사고가 발생할 확률이 높아지고 떨어진 물속의 위치를 찾기가 어려워지므로, 밤에 또는 안개가 낄 때 특히 주의한다.
- 해상에서 풍력발전기에 접근할 때 하부구조물에 대한 선박 충격으로

인해 풍력발전기 및 하부구조물에 쌓인 얼음이 떨어질 수 있다.

- 서비스 선박의 선장은 이러한 조건에서 최대한의 안전을 확보하기 위하여 멀리서 관찰한다.
- 작업자는 하부구조물에 “접안(docking)” 동안 선실에 머문다.

19.5 하부구조물 환승 및 진출입

하부구조물 및 선박 환승 일반 사항

- 서비스 선박의 선장은 환승(transfer)을 위해 풍력발전기에 액세스하기 전에 항상 하부구조물(또는 풍력발전기)에 이미 있을 가능성이 있는 직원에게 알리시오.
- 환승(transfer) 작업이 안전하지 않은 것으로 평가되면 작업이 중단될 수 있다. 하부구조물로부터의 환승이 안전하지 않은 것으로 판단되는 상황에서 인원은 환승 조건이 안전한 것으로 판단될 때까지 하부구조물(또는 풍력발전기)에 남아 있어야 한다.
- 환승은 일반적으로 일광 및 가시성이 좋은 상태에서 수행되도록 계획해야 한다.
- 안개나 폭우, 일몰 전/후와 같이 가시성이 저하된 상태에서 이동해야 하는 경우 다음 요구조건을 충족해야 한다.
 - 선박은 조명이 잘된 조건을 제공해야 한다.
 - 사다리와 추락 방지 시스템이 손상되지 않았는지 확인하는데 필요한 가시성(최소한 안전으로 첫 번째 장소(플랫폼)에 도달할 때까지).
 - 하부구조물에서 선박으로 이동할 때, 환승할 작업자는 사다리를 내리기 전에 선박을 볼 수 있어야 한다.
- 선박으로 이동하는 동안 작업자는 기온에 적합한 의류를 입어야 한다.
- 서비스 선박을 이용하여 이동하는 동안 작업자는 미끄럼 방지 기능을 가지는 신발을 신어야 한다.
- 서비스 선박의 선실 밖에 있는 동안 작업자는 구멍조끼 또는 개인부력장비를 입어야 한다.

- 작업자가 자동 또는 수동의 개인부력장비를 선택하여야 하는 경우, 서비스 선박 내부가 침수가 되어 자동 장비가 탈출 전에 팽창될 경우, 작업자는 자동 개인부력장비가 탈출에 방해가 되지 않는지 고려하여야 한다.
- 구명자켓 등의 장비는 선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준 또는 이와 동등한 기준에 적합한 장비를 사용하여야 한다.
- 안전하다고 느끼고 이동이 가능한지를 결정하는 것은 항상 이동할 작업자이다.
- 하부구조물의 사다리를 올라갈 때는 추락 방지 시스템을 사용해야 한다.
- 하부구조물의 사다리를 올라갈 때는 서비스 선박의 레이다에 의한 환승자의 건강에 영향을 미칠 수 있으므로 레이다의 전원을 끈다.

선박에서 하부구조물로 진입절차

- 작업자는 선박의 지정된 방향에서 서비스 선박 선장의 확인 후 승선할 하부구조물의 사다리로 탑승하여야 한다.
- 작업자는 사다리에 오르기 전, 사다리가 안전한 지를 확인 후 승선하여야 한다. 또한 갑판 승선장소에 갑판원이 없는 경우, 작업자는 승선을 시도해서는 안 된다.
- 서비스 선박에서 사다리에 오르는 타이밍은 충분한 주의가 요구된다. 예를 들면, 사다리에 오를 때 파도가 가장 높은 타이밍을 이용하고 선박에 올라 갈 때는 선박의 기울기를 이용한다.
- 작업자의 장비 및 짐은 별도로 이동시켜야 한다. 작업자는 짐 또는 기타 이동에 방해될 만한 운반물을 들고 이동해서는 안 된다.
- 작업자는 승인된 구명조끼를 착용하여야 한다.
- 작업자는 사다리, 플랫폼 등 시설의 안전여부를 파악하여 손상이 있는 경우, 작업보다는 보수를 우선적으로 시행하도록 하여야 할 것이다.

하부구조물에서 선박으로의 철수절차

- 작업자는 사다리가 정확한 높이에 설치되고 수면과 장애물로부터 충분히 떨어져 있는지 확인하기 위해 본선 갑판원으로부터 확인을 받아

야 한다.

- 사다리에 오르기 전 작업자는 서비스 선박이 지정된 위치에 있는지 확인하여야 하고 사다리가 제대로 설치되었는지 확인하여야 한다.
- 사다리를 내려오는 동안 작업자는 서비스 선박 갑판까지 얼마나 많은 스텝이 남았는지 확인하면서 내려와야 한다.
- 작업자는 승인된 구명조끼를 착용하여야 한다.
- 서비스 선박에 탑승하자마자, 작업자는 즉시 선실의 안전한 장소로 이동하여야 한다.
- 작업자는 철수절차에 대한 최종 결정 권한을 가진다.

19.6 기타해상작업

19.6.1 해상 크레인 작업

- 발전기 모델별 설명서에 달리 명시되지 않는 한, 나셀 서비스 크레인 은 승인된 해양 서비스 크레인이 아니며 선박의 동적 리프트에 사용할 수 없다.
- 작업플랫폼의 크레인 작업은 공급업체의 사양 및 현장별 요구조건에 따라 고려해야 한다.
- 일반적으로 해상 크레인 작업은 해상상태(stationary sea state)와 관련하여 고려되어야 하며 일반적으로 크레인 문서 및 인양 계획에 따라 크레인 용량을 해상상태(stationary sea state)로 줄여야 한다.

19.7 개인보호구

- 해상에서 사용되는 안전 장비는 SOLAS 등의 규격에 적합해야 한다.

선박

- CTV / 실내:
 - 구명조끼 및 방수복 필요 없음 / 선박 규정 참조
- CTV / 부두가 아닐 때 갑판 위:

- RA 및 선박 규정에 따라 항상 동료와 동행한다.

선박 간 해상 운송

- 12℃ 이상의 수온에서 최소 요구조건:
 - 구명조끼 + PLB
 - 방수복의 사용을 결정하기 위한 RA
- 12℃ 이하의 수온:
 - 방수복
 - 구명조끼 + PLB

지지구조물과 선박간의 사이의 이동

- 12℃ 이상의 수온:
 - 고소작업 PPE 요구
 - 구명조끼 + PLB
 - 방수복의 사용을 결정하기 위한 RA:
- 12℃ 미만의 수온
 - 고소작업시 필요한 PPE
 - 구명조끼 + PLB
 - 방수복

위치추적기(crew finder device)

사용 중인 PLB의 특정 주파수를 추적할 수 있는 위치추적장치(crew finder device)는 모든 선원 이송 선박에 설치되어야 한다.

19.8 비상대응준비

해상에서 구조

익수자(MOB)는 선박 비상 절차의 일부여야 하며 최소한 매년 정기적으로 훈련 및 테스트를 받아야 한다.

“발전기에 좌초”에 대한 대비

하부구조물에 좌초된 경우에 사용할 생존 장비에 대한 요구조건 및 비치된 위치는 해상풍력발전단지의 특성에 맞춰 현장 고유의 비상절차에 반영하여야 한다.

19.9 기상조건

기상 조건

해상작업에 앞서 작업 위치의 기상 조건은 예상 작업 기간을 포함하는 업데이트된 일기 예보를 기반으로 평가되어야 한다. 선장과 해상관제사(marine coordinator)는 작업 및 운항 기간동안 기상예보를 지속적으로 업데이트해야 하는 책임을 가진다. 「6 기상조건」을 참조한다.

자외선

태양에 의한 자외선의 영향은 해상에서 배가 될 수 있음을 명심하고 적절한 보호를 고려한다.

해상 낙뢰

작업자가 발전기에 배치된 후 낙뢰가 예보되면 선박 선장은 안전하게 퇴거할 수 있는지 또는 작업자가 발전기 안전 구역으로 후퇴해야 하는지 판단해야 한다. 그러한 결정은 발전기에 있는 작업자에게 전달되고 승인되어야 한다.

절차 및 안전 구역에 대한 자세한 내용은 「6.6 낙뢰」를 참조한다.

A 비상대응조치

다음의 비상대응조치는 예시이다. 각 풍력단지는 조직, 조직구성원의 책임 등을 고려하여 각 구성원의 역할과 책임, 발전단지의 현황(시설, 운영방법, 장비)등을 고려하여 변경하도록 한다.

A.1 일반비상절차

- 1 상황을 파악하고 가능하면 사고를 더 이상 진행되지 않도록 한다.
 - 전기사고인 경우, 상황을 평가하고 회로를 분리한다. 회로가 분리될 때까지 부상자를 만지지 않는다.
 - 사고를 멈추거나 안전한 수준으로 줄이는 것이 불가능하다고 판단되면 ALARM 및 모든 인원을 대피시킨다.
 - 화학사고의 경우 물질안전보건자료(MSDS)의 지침을 따른다.
- 2 가능한 빨리 중상자에 대한 응급처치를 실시한다.
 - 주변에 다른 사람이 있는 경우 해당 사람이 지원을 요청하도록 한다. (3단계 수행).
- 3 도움을 요청하고 사고 현장/현장의 담당 관리자 및 기타 관련 직원에게 알린다. 다음과 같은 정보를 알린다.
 - 발생위치
 - 발생사건
 - 연락처
 - 부상자 현황
- 4 경상자에 대한 응급처치를 수행한다.
- 5 현장에 대한 정보를 갱신하여 상황을 재평가하고 본인의 위치가 안전한지 여부를 판단한다.
- 6 사상자를 확인한다.
- 7 구조대/구급차를 안내하고 지원하기 위해 현장입구 또는 발전기로 이어지는 주요 도로 옆에 사람을 배치하거나 발전기 기초에 배치하는 것을 고려한다.

- 8 구조대/구급차가 현장에 도착하여 사고 피해자에게 취할 수 있는 응급처치를 수행한다.할 때, 담당 관리자는 구조 팀에 필요한 지원을 제공해야 한다.
 - 구조팀은 구조장비의 사용 여부를 결정한다.
 - 구조훈련을 받은 작업자만이 고소 구조 장비(rescue-from-height equipment)를 사용할 수 있다.
- 9 의학적 조언을 따르고 필요한 경우 다음 24시간 동안 환자를 관찰할 수 있도록 준비한다.
 - 전기 충격에 노출된 모든 사람은 의사의 진찰을 받아야 한다.
- 10 부상자를 옮거나 일반 안전을 위해 반드시 필요한 경우가 아니면 사고 현장에서 아무 것도 만지지 않는다. 기계와 장비는 그대로 둔다. 청소하거나 정리하지 않는다.
9. 조사를 통해 작업장이 안전하다는 결론이 나기 전까지는 작업을 재개하지 않는다.
 - 안전하다고 완전히 판단될 때까지 장비의 전원을 켜지 않는다.
10. 조사 후 사고 원인에 대한 간결한 보고서, 시정 조치, 작업 절차 검토 및 장비 손상 여부를 확인하는 문서를 제출해야 한다.
 - 조사에 도움이 될 수 있는 요소가 있는지 현장을 조사하고 사고 원인을 식별한다.
 - 사고 조사를 돕기 위해 메모를 하고 사진을 찍는다. 사고 조사를 돕기 위해 메모를 하고 사진을 찍는다.
 - 모든 사고, 아차사고 및 불안정한 상황은 보고되어 향후 재발을 방지하기 위한 시정 및 예방 조치/절차가 시행될 수 있다.

A.2 발전기의 화재

A.2.1 기본판단

- 경미한 화재
 - 진압이 가능할 것으로 판단되는 화재
 - 소화기로 진압을 시도하고 진압가능여부를 평가한다.
- 중대한 화재
 - 진압이 불가능하다고 판단되는 화재
 - 대피

A.2.2 대응절차

1. 비상정지버튼을 누른다.
 - 발전기에서 탈출하는 것을 지연시키지 않는 경우, 고압 주회로 차단기에서 발전기를 분리한다.
 - 발전기 밖에 있는 사람이 비상정지버튼을 누르기 위해 발전기에 접근해서는 안 된다.
2. 소방서에 신고한다.
3. 발전기에서 탈출한다.
 - 3.1 화재 발생장소 아래에 있는 경우, 지상으로 대피한다.
 - 3.2 화재 발생장소 위에 위치하고 화재지역을 지나는 것이 불가능하다고 판단되면 나셀 위로 대피하고 나셀에서 대피하는 절차를 따른다.
4. 연기와 열을 피하고 탈출경로를 확보하기 위하여 소화기를 사용한다
5. 작업자들을 모으고 - 인원 수를 확인하고 - 응급 처치의 필요성을 평가한다
6. 모든 사람이 탈출하고, 초기에 발전기를 정지시키지 못했으며, 발전기를 정지시키는 것이 가능할 때(안전할 때)발전기를 정지시킨다. 가능

하면 원격 정지를 고려한다.

- 7 임시 시설한계(temporary clearance area)를 설정하고 바람이 불어오는 방향으로 시설한계(clearance area) 밖으로 이동하거나 적절한 경우 대피소를 찾는다.
 - 8 감독자에게 알린다.
 - 화재를 진압하기 위해 도움이 필요한 경우 현지 비상 대응자(local emergency responder)에게 연락할 수 있는 현장 사무실에 알린다.
- ※ 해상에서는 꼭 필요한 경우가 아니면 물에 뛰어들지 않는다.

A.3 과속 발전기

1. 비상정지버튼을 누른다.
 - 발전기에서 탈출하는 것을 지연시키지 않는 경우, 고압 주회로 차단기에서 발전기를 분리한다.
 - 발전기 밖에 있는 사람이 비상정지버튼을 누르기 위해 발전기에 접근해서는 안 된다.
 - 2 발전기에서 대피한다.
 - 2.1 가능한한 빨리 작업자 모두를 내보낸다.
 - 2.2 발전기에서 바람이 부는 방향으로 최대한 멀리 떨어진다.
 - 적절한 경우 임시 시설한계(temporary clearance area)를 설정한다.
 - 바람방향으로 시설한계(clearance area) 밖으로 이동하거나 적절한 경우 대피소를 찾는다.
 - 2.3 작업자를 집합시키고 숫자를 센다.
 - 3 관할 경찰서 혹은 소방서에 알린다.
 - 4 운전부 팀장에게 통보
 5. 상황을 해결하기 위해 도움이 필요한 경우 현지 비상 대응자(local emergency responder)에게 연락할 수 있는 현장 사무실에 알린다.
- ※ 해상에서는 꼭 필요한 경우가 아니면 물에 뛰어들지 않는다.

A.4 파편 분리

1. 비상정지버튼을 누른다.
 - 발전기에서 탈출하는 것을 지연시키지 않는 경우, 고압 주회로 차단기에서 발전기를 분리한다.
 - 발전기 밖에 있는 사람이 비상정지버튼을 누르기 위해 발전기에 접근해서는 안 된다.
 2. 대피한다.
 - 2.1 가능한한 빨리 모두를 내보낸다.
 - 2.2 발전기에서 바람이 부는 방향으로 최대한 멀리 떨어진다.
 - 적절한 경우 임시 시설한계(temporary clearance area)를 설정한다.
 - 바람방향으로 시설한계(clearance area) 밖으로 이동하거나 적절한 경우 대피소를 찾는다.
 3. 직속상관(line management)에게 통보
 4. 상황을 해결하기 위해 도움이 필요한 경우 현지 비상 대응자(local emergency responder)에게 연락할 수 있는 현장 사무실에 알린다.
- ※ 파편 분리가 확인되었지만 상황이 완화된 것으로 보이면 위의 단계를 수행할 필요가 없을 수 있다. 항상 최선의 판단과 상식을 사용해야 한다. 지침에 대해서는 현장관리자 (관리감독자)에게 문의한다.

A.5 저체온증을 앓고 있는 사람

- 1 부상자를 수평으로 눕힌다.
 - 2 인명구조 응급처치를 수행한다.
 - 소생술은 항상 체온이 낮고 반응이 없는 사람에게 시도해야 한다.
 - 3 119(비상대응서비스)에 신고한다.
 - 4 천천히 개인을 따뜻하게 한다.
 - 4.1 가능하면 사람을 안전한 장소에 둔다.
 - 4.2 젖은 옷을 벗긴다
 - 4.3 개인을 담요 또는 이와 유사한 것으로 감싼다.(예: 알루미늄 담요)
 - 4.4 체온을 올릴 방법이 없다면 자신의 체온을 이용하여 몸을 따뜻하게 한다.
 - 5 가능하면 팔과 다리를 몸에서 분리된 담요로 덮는다. 뜨거운 물에 손과 발을 넣지 않는다.
 - 6 구조 요원을 기다리고 지원한다.
- ※ 저체온증을 앓고 있는 사람은 즉시 병원으로 이송되어야 한다.

A.6 화학 물질 또는 위험한 유출

필요한 청소는 관련 제조업체의 물질안전보건자료(MSDS 및 ERP에서 요구하는 대로 즉시 시작해야 한다.

화학 물질 또는 유해 폐기물이 유출된 경우 유해화학물질관리법 등의 법률 및 규정을 따른다.

화학 물질 또는 유해 폐기물 유출이 발생하면 이 일반 비상 대응 절차를 따른다.

1. 위험에 노출되지 않으면서 가능하면 유출을 중지한다.
2. 화학 물질 또는 위험한 유출로 작업할 때는 항상 적절한 개인보호구를 착용한다.
3. 자신이나 다른 사람을 위험에 노출시키지 않고 가능한한 사건을 억제한다.
4. 사고 현장에서 사람과 동물을 멀리한다.
5. 상황을 통제하고 환경적 영향/오염을 방지하기 위해 안전하게 수행할 수 있는 즉각적인 예방 조치를 취한다.
6. 사용 가능한 흡수재나 모래를 사용하여 유출물을 흡수한다.
7. 유출에 대한 추가 조치에 대해서는 현장관리자 (관리감독자)에게 연락한다.
8. 사건을 즉시 119(비상대응서비스)에 보고한다.

A.6.1 토양에 대한 영향

화학 물질 또는 유해 폐기물 유출이 토양에 영향을 미칠 경우 이 일반 비상 대응 절차를 따라야 한다.

1. 오염된 토양을 굴착하여 지정된 쓰레기통에 보관한다.
2. 필요한 경우 정화(clean-up)에 대한 문서화를 위해 토양 샘플을 수집한다.
3. 오염된 토양은 현지 요구사항에 따라 유해 폐기물로 처리한다.

A.6.2 수역에 대한 영향

화학 물질 또는 유해 폐기물 유출이 수역(예: 바다, 호수 또는 강)에 영향을 미치는 경우 이 일반 비상 대응 절차를 따라야 한다.

- 가능하면 부유식 장벽(floating barriers)을 요청하고 설치한다.
- 사고 현장에서 사람과 동물을 멀리한다.
- 상황을 통제하고 추가적인 환경적 영향/오염을 방지하기 위해 안전하게 수행할 수 있는 즉각적인 예방 조치를 취한다.

위험에 노출되지 않고 수행할 수 있는 경우에만 수면에서 화학 물질을 흡수한다. 오염된 액체는 유해화학물질관리법 등의 요구사항에 따라 위험한 액체로 폐기한다.

A.7 나셀에서 대피

- 1 상황을 평가한다.
- 2 평가에 따라 - 119(비상대응서비스)에 알린다.
- 3 타워를 통해 아래로 지나갈 수 있는 경우 사다리를 통해 대피한다.
(절대 리프트를 사용하지 않는다!)
- 4 타워를 통과할 수 없는 경우:
 - 4.1 나셀 쪽으로 이동하여 현재 위치가 안전한지 평가한다.
 - 4.2 발전기에 헬리콥터 플랫폼 또는 예를 들어 기상 모니터링 플랫폼이 장착되어 있는 경우 이는 임시 안전 장소로 간주되어야 한다.
대피 장비를 임시 안전 장소로 선택한 위치로 가져오도록 한다.
해상에 있는 경우 구급대(emergency support)가 발전기에 접근할 수 있도록 임시 안전 장소에서 대피하는 것을 최대한 늦게까지 연기한다.
 - 4.3 나셀에 있는 경우 - 신선한 공기를 이용할 수 있도록 해치를 엽니다.
- 5 구조 요원과 연락 유지
- 6 대피 장비가 작동하는지 확인한다.
- 7 대피 절차를 읽고 모든 사람이 해야 할 일을 알고 있는지 확인한다.
- 8 대피해야 할 경우 가장 안전한 대피 방법을 선택한다.
- 9 적절한 앵커 포인트를 찾아 장비를 준비한다.
- 10 필요한 경우 발전기에서 대피한다.
- 11 안전 관리자에게 통지한다.

A.8 나셀에서 비상하강

- 나셀에서 타워를 경유하는 탈출 경로가 화재 또는 기타 예상치 못한 상황으로 차단된 경우 기술자가 가져온 구조 및 강하 장치 또는 나셀에 있는 구조/하강 장치(rescue and descent device)를 사용한다.
- 고소작업하는 모든 직원이 허용 가능한 시간 제약 내에 발전기를 대피할 수 있도록 적절한 장치가 충분하게 제공되어야 한다. 지침으로 제시되는 제한은 10분이다(아래 추가 고려사항 참조). 풍력 발전기의 화재 탈출의 경우 가능한한 빨리 완료되어야 한다.
- 많은 구조용 로프는 내화성이 없다. 화재가 발생하면 가능한한 화재에서 멀리 떨어진 곳에 구조 장치를 설치한다.
- 위험성 평가(risk assessment)/작업안전분석(JSA)은 다음을 고려하여 수행되어야 한다.
 - 10분은 600초와 같다.
 - 장비 설정: 약 120초
 - 평균 적정 시간은 0.8m/초
 - 예시 : 80 m 허브높이는 100초 소요
 - 기타 고려해야 할 사항은 다음과 같다.
 - 장치의 기능
 - 허브 높이
 - 고소작업중인 작업자의 수
 - 수행중인 업무 활동(화기작업)
- 발전기의 동일한 영역에서 고소작업하는 4명당 한 세트의 구조용 장비(rescue device)를 사용할 수 있어야 한다. 발전기에 4명 이상의 사람이 있거나 기술자가 발전기의 다른 영역에서 작업하는 경우 두 번째 장비가 필요하다.
- 장치 고장을 방지하려면 구조용 장비(rescue device)의 제조업체 지침 및 기능을 준수해야 한다.
- 로프 얽힘의 위험 때문에 2개 이상의 장비를 동시에 사용해서는 안되

고, 발전기에서 고소작업하는 사람의 수를 8명으로 제한한다.

- GWO 등반 및 고소작업 및 대피 훈련에서 적절한 구조 장비, 기술 및 장비에 대한 추가 정보를 교육한다.
- 구조 및 구조용 장비 사용에 대한 자세한 내용은 발전기 관련 설명서 및/또는 제조업체의 사용자 설명서를 참조한다.

A.9 산불 발생시 (산악지역 풍력발전단지)

- 산불을 발견했을 경우 산림청(042-481-4119), 소방서(지역번호+119), 경찰서(지역번호+112), 시·도, 시·군·구 산림부서, 산림항공본부, 지방산림청, 국유림관리소 등 산림관서에 신고한다.
- 초기의 작은 산불을 진화하고자 할 경우 외투 등을 사용하여 두드리거나, 덮어서 진화할 수 있다.
- 산불 규모가 커지면 위험에 처하지 않도록 산불 발생지역에서 멀리 떨어진 논, 밭, 공터 등 안전지대로 신속히 대피해야 한다.
- 산불은 바람이 불어가는 쪽으로 확산되므로 바람 방향을 감안하여 산불의 진행경로에서 벗어나도록 한다
- 논, 밭, 공터 등 안전지대가 없을 경우 활엽수가 자라고 있는 산림지역으로 대피한다.
- 계곡에 물이 있더라도 절대 계곡 밑으로 대피하지 않는다.
- 산불로 부터 위험에 처했을 경우에는 바람을 등지고 주변의 낙엽, 나뭇가지 등 연소물질을 제거하고 소방서, 경찰서 등에 신고한 후 낮은 자세로 엎드려 구조를 기다린다.
- 산불보다 높은 위치를 피하고 복사열로부터 멀리 떨어져 있어야 한다.
- 대피할 시간적인 여유가 없을 때에는 낙엽, 나뭇가지 등 연료가 적은 곳이나, 활엽수림을 골라 연소물질을 긁어낸 후 얼굴 등을 가리고 불길이 지나갈 때까지 엎드려 있다.

A.10 헬리콥터 대피

A.10.1 헬리콥터 구조요청

- 1 헬리콥터 구조를 요청한다. 지역 구조대는 헬리콥터 구조가 필요한지 여부를 결정한다.
- 2 구조대와 접촉할 때 발전기에 대한 「표준 SAR 헬리콥터 구조 준비」 절차를 따르고 가능하면 도착하기 전에 승무원에게 이 절차에 대해 설명하도록 요청한다. 무선 연락처 및 의심되는 부상에 대한 세부 정보를 제공한다.
- 3 절차를 수행한다.
- 4 가능하면 무선이나 전화로 헬리콥터와 통신을 설정한다.

A.10.2 표준 SAR 헬리콥터 구조를 위한 준비

- 1 발전기를 바람으로부터 90° 돌리고 요 잠금 장치를 장착한다.
 - 그림은 모든 수색 및 구조(SAR) 비상 헬리콥터 접근에 대한 원칙으로 간주된다. 절차는 발전기 유형에 관계없이 동일하다.

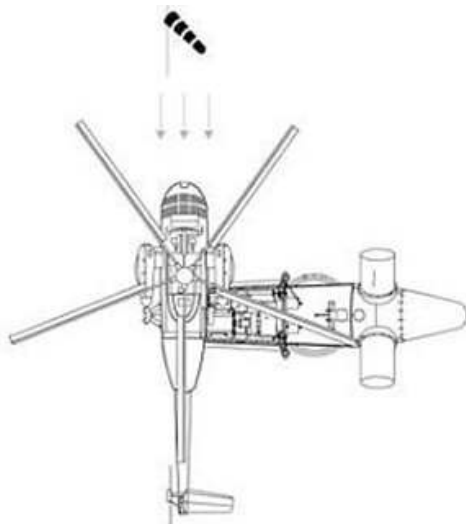


그림 A.1 헬리콥터의 접근방향

- 2 블레이드 하나가 수직으로 아래로 향하도록 블레이드를 배치하고 로터 잠금 장치를 장착한다.
- 3 해치를 열고 해치 잠금 장치(사용 가능한 경우)를 사용하여 고정한다.
 - 참고: 헬리콥터가 발전기 바로 위에 있을 때 나셀에 강한 하향풍이 발생한다. 따라서 모든 인원은 구조 중 안전벨트를 착용하고 뿔줄로 고정해야 한다. 턱끈을 조인 안전모와 보안경을 착용해야 한다. 가능하면 청력 보호구를 착용해야 한다.
 - 정전기에 주의하고 헬리콥터의 호이스트 케이블(또는 전위 균등화 케이블)과 후크가 발전기 데크에 닿아 방전되기 전에 만지지 않는다.
- 4 후크가 켜져 있고 준비가 되면 헬리콥터에 명확한 수신호를 보내야 한다. (대부분 구조요원/원치맨은 돕기 위해 헬리콥터에서 발전기로 내려올 것이다.)

A.11 익수자 (MOB, Man overboard)

A.11.1 항만 및 정지된 선박에서 익수자 발생

- 1 “익수자 발생”이라고 외친다.
- 2 부력 장치를 던지고 MOB 방향을 주시하고 가리킨다.
- 3 구조담당에게 신고/경보한다.
 - 3.1 선박에 있는 경우: 선박 승무원에게 경고한다.
 - 3.2 부두 안벽 또는 TP에 있는 경우: 비상대응조치에 따라 구조대에게 경고한다.
- 4 MOB 구조 시도 - MOB를 가능한 한 빨리 물 밖으로 꺼낸다. (소생술은 항상 체온이 낮고 반응이 없는 개인에 대해 시도해야 함).
- 5 응급처치를 수행한다.
- 6 감독자에게 알림된다.
- 7 구조 요원을 지원한다.

A.11.2 항해중 익수자 발생

- ① 사람이 물에 빠지거나 물에 있는 것을 목격한다면 “익수자 발생”이라고 소리쳐 측면, 좌현 또는 우현에 알린다.
- ② 주변에 구명주표와 같은 장비가 있는 경우 익수자에게 최대한 가까이 던져야 한다.
- ③ 선장은 다음과 같은 절차로 대응한다.
 1. 익수자 인근에서 엔진을 멈춘다.
 2. 사람이 물에 있는 측면으로 키를 조정한다.
 3. 익수자에게 조명이 달린 구명부표를 던지고 연기 신호를 보낸다.
 4. 사람이 물에 빠졌음을 알리는 신호(선상에서 세 번의 긴 호각)를 보낸다.
 5. 일반 경보를 울린다(해당하는 경우 “O” 깃발을 올린다).

6. 발견자 혹은 선박탑승자가 계속 익수자를 주시하도록 한다.
7. 익수자를 위한 조치를 취한다.

가. 선박이 항해 중 반대 침로선상으로 회항이 필요한 경우, IMO의 상선수색 및 구조 지침서(IMO MERSAR Manual)에 따라 윌리엄슨 턴(Williamson turn), 원 턴(One turn, Anderson turn), 샤르노브 턴(Scharnov turn)중 하나를 실행한다.

익수자를 보면서 진행시에는 싱글턴(Single Turn)을 실행할 수 있다.

익수자가 발생한 시간을 모를 때는 윌리엄슨즈 턴(Williamson's turn)이나 샤르노브 턴(Scharnov-turn)을 실행할 수 있다.

① 싱글턴(Single Turn)

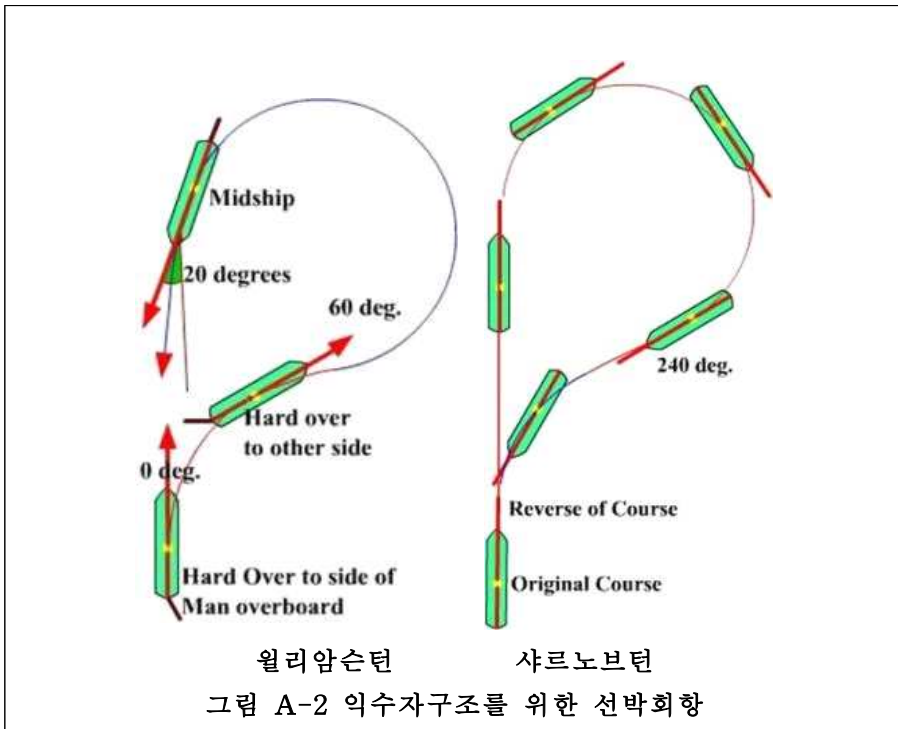
1. 익수자가 빠진 쪽으로 전타한다.
2. 익수자가 선미에서 벗어나면 1분정도 항주한다. (400야드 정도)
3. 원래 항로에서 230°회두할 무렵 선수전방에 익수자가 나타나면 원침로에서 250°벗어난 후 타 중앙(Midship)을 한다.

② 윌리엄슨 턴(Williamson turn)

1. 익수자가 빠진 쪽으로 전타하여 원침로에서 60° 정도 벗어난 후에 반대방향으로 전타한다.
2. 선수가 침로 반대방향 20° 전이 되면 타중앙(Midship)하여 선박을 침로 반대방향으로 회전시킨다.

③ 샤르노브 턴(Scharnov turn)

1. 타를 전타하여 원래의 침로로부터 240° 벗어난 후에 반대방향으로 다시 전타한다.
2. 선수가 침로 반대방향 20° 전이 되면 Midship에 두고 선박을 반대침로로 선회시킨다.



나. 날이 어두운 경우 탐조등을 즉시 배치하고 구조하는 동안 익수자를 지속적으로 비춰야 한다.

다. 인명 구조 - 갑판에 있는 사람들은 물속에 빠진 사람을 빠르게 들어 올릴 수 있도록 구명조끼를 입고 대기하고 있어야 한다. 익수자에게 줄을 던져 가능한 경우 낮은 프리보드 위치로 끌어올려 구조해야 한다.

8. 필요한 경우 지원을 위해 해당 영역에 있는 다른 선박에 조난신호(팬 팬, Pan Pan)을 전송한다.

9. 익수자를 선상 위로 구출하면 조난신호(팬 팬, Pan Pan)을 취소하고 다른 선박에 경보 해제 메시지를 보낸다.

③ 선장은 익수자가 시야에서 사라지는 경우, 다음과 같은 절차로 대응한다.

1. 비상대응책임자를 호출한다.
2. 선원들에게 알리고 필요한 비상 장비를 준비한다.
3. 원래 항로를 익수자가 있다고 추정되는 위치로 진행한 후 바로

옆에 그 사람이 없다면 날씨가 허용되는 한 구명보트를 진수하여 가까운 영역을 수색한다.

4. 그러면 선박에서 구명부표의 위치에서 사각형 수색 패턴을 확장해야 한다. 사각형 수색은 두 번의 5분 구간으로 시작되며 5분씩 구간을 증가시켜 범위를 넓혀간다.

A.12 선박 좌초

- ① 지원선박으로 이동중 발생하는 사고의 현장책임자는 선장이다.
- ② 지원선박이 좌초하는 경우, 선장은 비상대응책임자를 호출한다.
- ③ 현장관리자(관리감독자)는 탑승자에게 부상이 발생하였는지 확인하고, 부상자가 발생하였다면 비상대응책임자에게 통보하고 비상대응절차에 따라 대응할 수 있도록 조치한다.

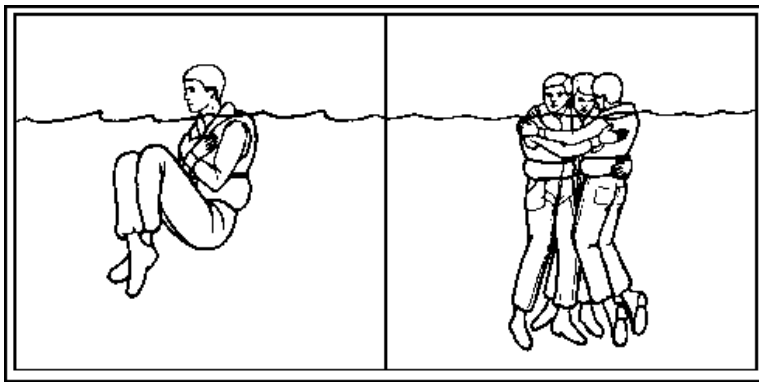


그림 A-3 익수시 저체온방지를 위한 대처

(출처 : 미육군 야전교범 FM 55-501 MARINE CREWMAN'S HANDBOOK)

- ④ 선장은 모든 엔진을 정지하고 모든 탱크의 수심 측정을 하여 선체의 파괴여부를 확인한다.
- ⑤ 선장은 탑승자가 대피할 필요 여부를 판단하고, 대피가 필요한 경우, 대피방법을 강구한다.
- ⑥ 선장은 조수의 상태를 확인하고, 밀물의 경우 선박평형수를 배출하고 주엔진을 반대로 사용하여 선박을 바닥에서 이동시킨다.
- ⑦ 선박의 동력 부족으로 이동할 수 없고 예인이 가능하다고 판단되는 경우, 선장은 해양경찰과의 협의하에 다음 밀물 때 사용할 수 있도록 예인선을 마련한다.
- ⑧ 예인이 결정되었다면 예인을 기다리는 동안 기관장은 모래 등이 보조 엔진 냉각 시스템에 끌려 들어가지 않도록 좌초 지점에서 가장 멀리 위치한 해수흡입구(Sea Chest)만 사용해야 한다.

- ⑨ 예인을 시작하기 전에 예인선의 선장, 해양경찰과 사건의 절차 및 계획을 자세하게 논의한다.
- ⑩ 선박이 안전하게 띄워지고 동력이 부족한 상태에서 예인 밧줄을 분리시키면 선장은 물이 침투하지 않는지 확인하도록 모든 구획의 수심을 다시 한 번 측정한다.
- ⑪ 기관장은 모든 엔진의 급수 필터를 확인하고 모든 시스템에 있는 물을 내보낸다.

B 응급처치

본 지침의 내용은 응급처치가 필요한 상황이 발생했을 때 응급처치 교육을 받지 않은 작업자가 이를 참조하여 시행하라는 의미가 아니고, 응급처치 교육을 받은 자격자가 참조하는 용도로 제시된 것이다.

B.1 응급처치의 정의

응급처치라 함은 안전사고로 인한 부상 및 질병으로 인하여 생명이 위급하고 긴박한 상황에 처해 있는 사람에게 가해지는 즉각적이고 임시적인 처치를 말한다.

B.2 응급처치의 목적

환자의 생명을 구하고 유지하며, 부상이나 질병이 더욱 악화되는 것을 방지하고 동통을 가능한 한 경감시키기 위함이다.

B.3 응급처치의 훈련

응급처치훈련의 목적은 응급환자가 발생하면 처치자로서 하여야 할 일과 해서는 안 될 일, 부상의 정도를 정확히 판단하는 일, 부상을 더 악화시키지 않기 위한 주의 및 적절한 수송방법을 강구하는 일 등 상황에 따라 주위에서 쉽게 구할 수 있는 물건을 최대한 활용하여 즉각적이고 임시적인 처치를 하기 위함이다. 따라서 작업자는 예기치 않은 안전사고에 대비하여 응급처치요령을 완전히 습득하여야 한다.

B.4 응급처치의 일반적 원칙

응급처치의 일반적 원칙은 다음과 같으며 이 원칙은 모든 환자에게 적용되고, 또한 응급처치 전에 반드시 구조요청을 먼저 한다. 이때, 다른 사람이 있을 경우는 다른 한명에게 구조요청을 하도록 한다.

- ① 환자를 위험지역에서 안전지역으로 옮기거나 환자 주위에 있는 위험물을 제거한다.
- ② 호흡정지, 심한 출혈, 쇼크, 음독 또는 중독, 화상 등 가장 긴급을 요하는 환자부터 처치한다.

- ③ 기도유지 : 기도가 직선이 되도록 환자의 턱을 위로 올려 개방된 상태를 유지하여야 하며 질식을 막기 위해 기도내의 이물을 제거하고 호흡을 자유롭게 한다.
- ④ 지혈 : 출혈이 계속되면 생명을 잃게 되므로 즉시 지혈하여야 하며, 뇌의 손상이 의심되는 경우에는 출혈부분보다 머리를 높게 한다.
- ⑤ 쇼크를 예방하고 치료한다.
- ⑥ 상처의 보호 : 먼지나 세균의 침입을 막기 위해 드레싱 한다. (소독된 것이 없을 경우에는 가장 깨끗하다고 생각되는 재료를 사용한다.)
- ⑦ 환자를 편안히 눕히고 체온을 보존토록 따뜻하게 한다.
- ⑧ 의식불명인 환자, 의식이 있더라도 복부에 심한 상처나 출혈이 있는 환자에게는 물 또는 음료수 등을 주어서는 안 된다.
- ⑨ 골절환자는 가능한 한 부목을 대고 이동한다.
- ⑩ 화상환자에게는 어떠한 약품이나 물질을 바르지 않는다.
- ⑪ 주위상황에 유의하여 의사를 부를 것인지 병원으로 운반할 것인지를 결정한다.

참고문헌

- KOSHA GUIDE E-14-2012 감전시 응급조치에 관한 기술지침
- KOSHA GUIDE G-64-2011 별목작업 현장의 응급처치에 관한 지침

B.5 출혈

대량출혈은 위독을 초래하기 쉬운 것이므로 응급조치를 취하여야 한다. 출혈에는 외출혈과 내출혈의 두 가지가 있는 데 여기에서는 내출혈은 제외한다.

① 외출혈의 분류

1. 동맥출혈

선홍색의 혈액이 심장박동에 따른 압력에 의해 단시간 내에 많은 양이 유출되므로 위험하며 현장에서 응급을 요하는 출혈은 주로 이에 해당된다. 지혈방법으로는 직접압박법, 국소거양법, 지압법,

지혈대를 이용한다.

2. 정맥출혈

검붉은 색의 혈액이 계속 줄줄 흘러나오며 경미한 출혈은 직접 압박법과 국소거양법으로 지혈시킬 수 있다.

3. 모세혈관 출혈

모세혈관 출혈은 힘없이 출혈하는 소출혈로서 특별한 지혈법을 사용하지 않아도 자연히 지혈되며 현장에서는 출혈국소를 압박하면 된다.

② 외출혈의 처치

1. 상처의 청결

주위에서 가장 깨끗하다고 생각되는 형질으로 상처를 닦는다.

2. 직접압박법

상처에 유리조각 같은 것이 없다면 상처부위의 드레싱 위로 붕대, 삼각건, 수건 등을 감아서 직접압박을 하거나 패드를 대어 손바닥으로 5분간 직접 눌러준다.(그림 B.1)

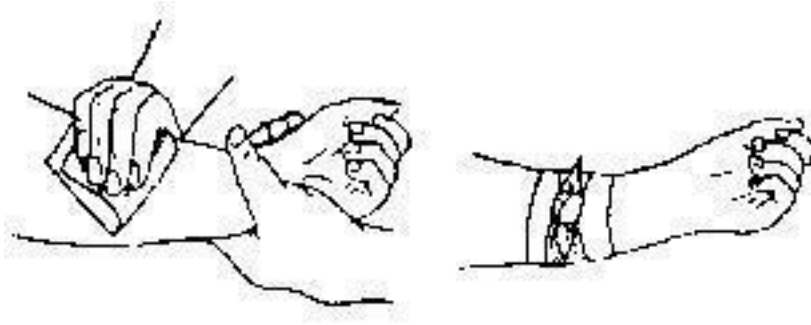


그림 B.1 직접압박법

3. 국소거양법

출혈부위를 심장부위보다 높게 하여 출혈량을 감소시킨다.

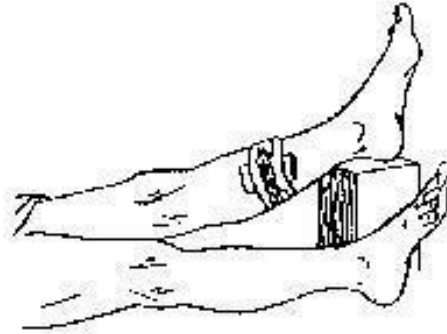


그림 B.2 국소거양법

4. 지압법

출혈부위로 가는 가장 가까운 동맥혈관을 지압한다. 이 지압법은 혈관을 뼈에 대고 손가락으로 누르는 방법이다.

③ 지압법의 종류

1. 측두동맥 지압법

머리 겉피부의 출혈에 유용하다. 출혈이 있는 쪽 귀의 바로 앞 지점을 측두골 방향대로 엄지손가락으로 누른다.(그림 B.3)



그림 B.3 측두동맥 지압법

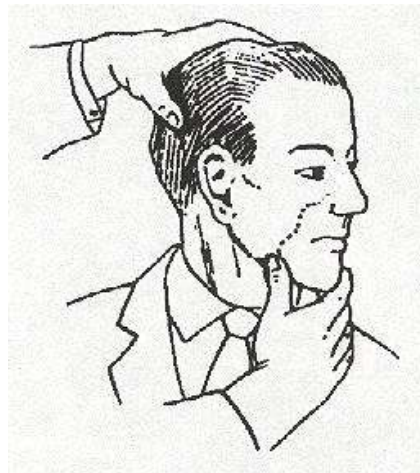


그림 B.4 안면동맥 지압법

2. 안면동맥 지압법

안면출혈에 사용된다. 지압점은 턱의 하단으로서 턱 외곽으로부터 앞쪽으로 1/3정도 되는 흠이며 엄지손가락으로 누른다.(그림 B.4)

3. 상박동맥 지압법

팔의 출혈에 사용된다. 상박 안쪽에 있는 이두근 후면의 오목하게 파진 곳을 손가락 끝으로 눌러준다.(그림 B.5)

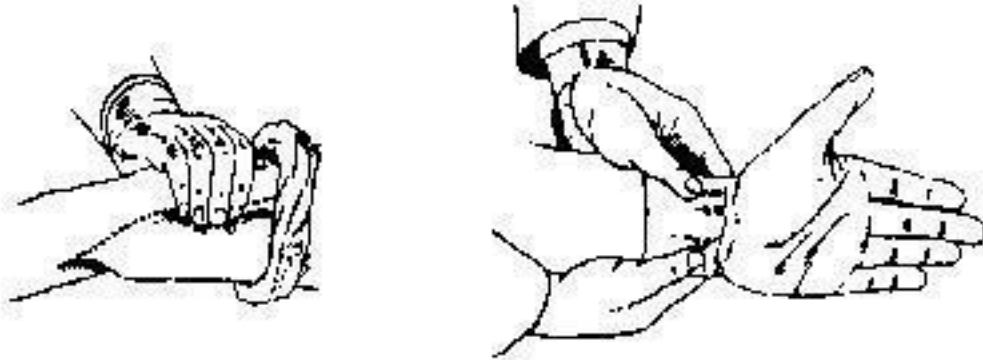


그림 B.5 상박동맥지압법 그림 B.6 요골 동맥 지압법

4. 요골 동맥 지압법

맥박을 측정할 때 주로 사용되는 동맥을 양쪽 엄지손가락으로 누른다. 손의 출혈에 유용하다.(그림 B.6)

5. 대퇴동맥 지압법

다리에 출혈이 있을 때 사용되며 서혜부 중간부위를 양쪽 엄지손가락으로 누른다. 이때 방향은 골반을 향해 뒤쪽으로 누른다. 이때 누르는 부위 쪽의 무릎을 구부려야 한다.(그림 B.7)

6. 쇄골동맥 지압법

어깨, 상박, 전박에 출혈이 있을 때 사용되며 쇄골 가운데에 엄지손가락을 넣어 아래쪽으로 누른다. 이때 환자의 목을 상처가 있는 쪽으로 굽힌다.(그림 B.8)

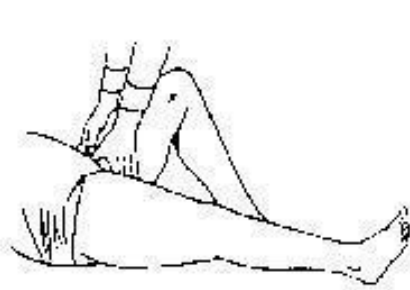


그림 B.7 대퇴동맥 지압법



그림 B.8 쇄골동맥 지압법

7. 총경동맥 지압법

머리 혹은 경부위쪽으로 출혈이 있을 경우 총경동맥을 지압한다.
(그림 B.9)

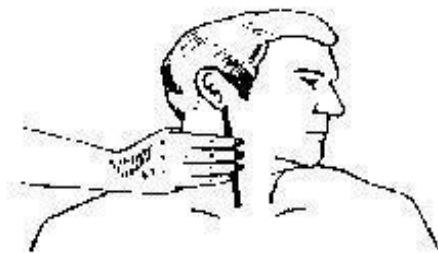


그림 B.9 통경동맥 지압법

④ 지혈대

동맥 지압법으로는 지혈되지 않을 때 사용하며 지혈대는 단지 동맥의 차단을 목적으로 팔이나 다리 주위에 줄라매는 밴드로서 사용 시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

1. 지혈대는 충분히 단단하게 감아야 한다. 느슨하게 감을 경우 정맥 혈류만 차단되고 동맥혈은 그대로 흘러 더 많은 출혈이 일어난다.(그림 B.10 좌측)
2. 지혈대와 피부 사이에는 어떤 형질이 있어야 한다. 지혈대는 넓은

고무밴드가 좋으나 없을 때는 삼각건, 손수건, 혁대, 넥타이, 타올 등을 이용한다.

3. 지혈대 사용시간이 20분 이상 경과되면 절단의 위험이 있으므로 유의하여야 한다.
4. 지혈대를 사용한 환자에게는 지혈시간을 누구든지 쉽게 알 수 있도록 표를 달아주어야 한다.(그림 B.10 우측)

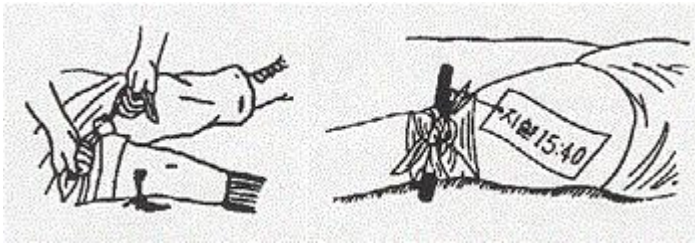


그림 B.10 지혈대 사용

B.6 심폐소생술

① 흉부압박

1. 양쪽 젖꼭지를 이은 선의 중앙의 흉골 부위를 확인한다.
2. 한 손의 손꿈치를 흉부압박 위치에 대고 그 위에 다른 손을 포개어 놓는다. (그림 B.11)

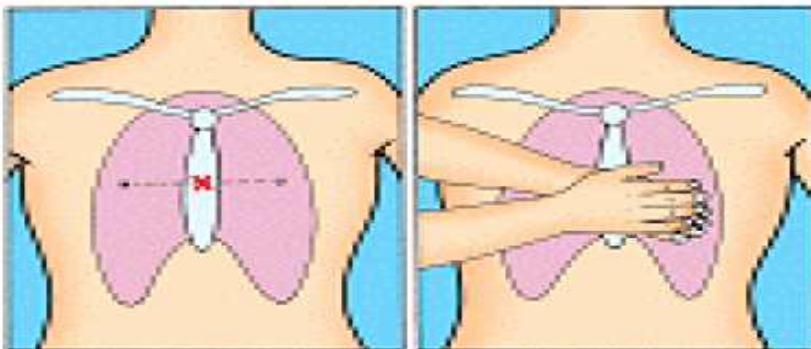


그림 B.11 흉부압박

3. 흉부압박시 한 손의 손등에 다른 손을 겹치고 각지를 꺾서 손가

락을 잡아 당겨 손가락이 가슴에 닿는 것을 최소화 한다.

4. 팔꿈치가 구부러지지 않도록 하고 어깨와 손이 일직선이 되도록 수직방향으로 내리 누른다. (그림 B.12)

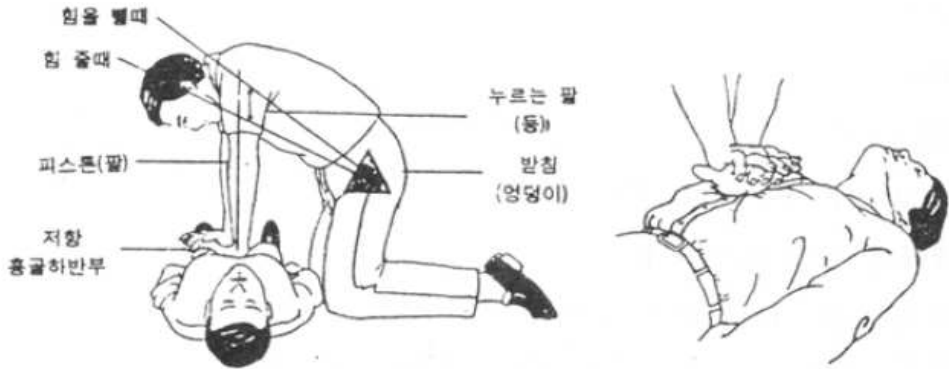


그림 B.12 흉부압박 자세

5. 흉부압박 시에는 5cm의 깊이로 흉부를 압박하며 압박할 때는 손꿈치로 정확하게 압박지점을 눌러 심장의 혈액을 압박하여 인공적인 혈액순환이 이루어지도록 한다. (그림 B.13)

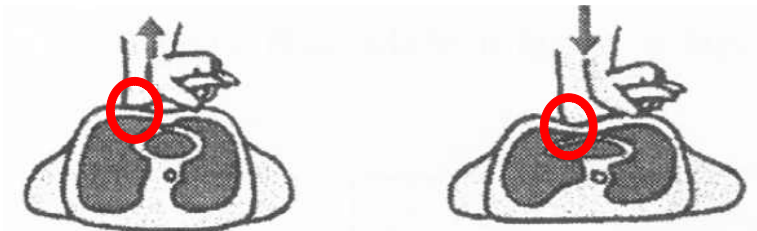


그림 B.13 흉부압박시 손꿈치의 위치

6. 흉부압박은 1분간 100~120회의 속도를 유지하며 흉부를 30회 압박한다. 이 경우 흉부압박시 가슴에서 손을 떼지 말고 압박과 이완의 속도를 같게 한다.
7. 30회 흉부압박 후 2회의 심폐소생술을 실시하며 1사이클(5Set) 약 2분마다 재평가 관찰 후 다시 같은 방법으로 실시한다.
8. 재해자의 연령 및 구조자의 수에 상관없이 흉부압박 30회대 인공 호흡 2회의 비로 환자가 호흡을 되찾거나 119 구급대원의 별도지

시가 있기 전까지 시행한다.

② 인공호흡

환자가 스스로 호흡을 할 수 없을 때 인공적으로 폐에 공기를 넣어 부풀게 하고 공기가 빠져나가도록 하는 것이 인공호흡이다.

1. 입 대 입 (Mouth to Mouth)

가. 재해자의 어깨를 가볍게 두드리며 깨워본다. 이 때 재해자의 몸을 심하게 흔들지 않는다.

나. 재해자를 바닥이 평평하고 단단한 곳에 눕힌다.

다. 재해자의 머리 옆쪽에 무릎을 꿇고 앉는다.

라. 재해자의 눈썹 바로 위 부분의 이마에 한 손을 대고 머리를 뒤로 젖힌다.

마. 다른 손의 손가락 (검지, 중지를 동시에 이용) 끝으로 턱을 들어 올려 기도가 확보되도록 한다. (아래 그림 참조 6-14)



폐쇄된 기도



개방된 기도

그림 인공호흡

바. 호흡이 없으면 공기를 들이마시고 환자의 입속으로 공기를 (약 1초간) 불어넣는다. 이때 재해자의 코를 한 손으로 쥐어

불어넣은 숨이 빠져 나가지 않게 꼭 막고 다른 손가락으로는 턱을 들어올린 상태를 유지하며 재해자의 입을 구조자의 입으로 완전히 감싸서 밀착시킨 후 숨을 불어넣을 때마다 가슴이 오르내리는지 관찰한다.

사. 입과 손을 재해자에게서 떼고 약 3초간 들어갔던 공기가 빠져 나가 불록해졌던 가슴이 다시 내려가는지 확인한다.

◎ 잘못된 인공호흡

- 입을 완전히 밀착시키지 않아서 공기가 옆으로 샌다.
- 환자가 호기 시에도 계속 코를 잡고 있다.
- 환자에게 호기 할 시간을 주지 않는다.
- 환자의 흉곽 움직임을 확인하지 않는다.
- 구조 호흡을 과도하게 한다. (위 팽창, 역류 등 부작용 초래)

◎ 심폐소생술을 중단하는 경우

- 어떠한 경우라도 10초 이상 중단되어서는 안 된다.
- 환자의 생체 징후가 회복되었을 때
- 119 구급대원이 도착하였을 때
- 구조자가 지쳤을 때 (피로감으로 잘못된 압박점을 압박할 수 있으므로 몇 초간 휴식 후 재시행)

◎ 법적인 사항

- 응급의료에 관한 법률 5조의2 (선의의 응급의료에 대한 면책)
- 생명이 위급한 환자에게 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 응급의료 또는 응급처치를 제공하여 발생한 재산상 손해와 사상에 대하여 고의 또는 중대한 과실이 없는 경우 그 행위자는 민사책임과 상해에 대한 형사 책임을 지지 아니하며 사망에 대한 형사 책임은 감면한다.

2. 경비법 (구강 대 비강법)

경구법과 같은 호흡법이다. 환자의 입을 막고 코로 공기를 불어넣으면 된다.



그림 B.15 경비법

3. 인공호흡의 일반적 처치와 주의사항

- 가. 호흡정지나 질식을 일으킨 환자를 위험한 장소로부터 옮기거나 위험한 물질을 치운다.
- 나. 끈 조이는 옷, 허리벨트 등은 모두 풀어놓는다.
- 다. 기도를 깨끗이 하기 위하여 머리를 돌려 토한 음식물이나 혈액, 침 등을 빨리 제거한다.
- 라. 기도가 일직선이 되도록 머리를 젖혀 목을 펴준다.
- 마. 환자의 호흡이 멈추면 곧 심폐소생술을 시작한다.
- 바. 환자에게 물을 먹여서는 안 되며 또 물을 퍼부어도 안 된다. 이것은 흐르는 물체가 호흡을 막을 우려가 있기 때문이다.
- 사. 환자를 따뜻하게 해준다.
- 아. 암모니아수를 묻힌 가제나 형광을 환자의 코 부근에 두어 호흡기능을 자극하면 한결 효과적이다.
- 자. 심폐소생술은 119 구급대원의 별도지시가 있기 전까지 계속하여야 한다.

B.7 골절

① 골절의 분류

- 1. 단순골절 : 피부표면에 아무런 손상 없이 뼈만 부러진 상태
- 2. 복합골절 : 골절과 함께 근육, 신경 및 피부까지 손상을 받은 상태

② 골절의 일반적 처치

골절치료의 3가지 원칙은 정복 (원위치), 고정, 안정이다. 이에 따른

일반적 원칙을 보면 대개 다음과 같다.

1. 환자는 일반적으로 편안히 눕힌다. 늑골이 골절되었을 경우에는 오히려 의자에 앉히는 것이 더욱 편하다.
2. 골절이 의심될 때 확인하기 위해 손상부위를 눌러보거나 꺾어서는 안 되며 일단 골절된 것으로 간주하고 처치한다.
3. 가능한 한 환자를 옮기기 전에 부목을 대준다. 그렇지 않은 경우에는 한손으로 골절부위 위쪽을, 다른 한손으로는 아래쪽을 받쳐 보호한다. (부목 대용 : 판자, 막대기, 잡지, 신문지 등)
4. 출혈이 있으면 지혈시키고 쇼크에 대한 조치를 취한다.
5. 팔·다리의 경우 부목이 없거나 대기가 곤란할 때는 손상된 쪽의 팔·다리를 온전한 쪽의 팔·다리에 그대로 묶어준다.
6. 골절의 진단에 가장 결정적인 방법은 방사선 검사이므로 이와 같은 처치가 끝나면 환자를 가까운 의료기관에 옮겨 진단과 치료를 받게 한다.

③ 부목 사용 시 일반적으로 고려해야 할 사항

1. 환자를 옮기기 전에 반드시 부목이나 견인장치를 해야 한다.
2. 복합골절인 경우 우선 지혈 및 드레싱을 한 후에 부목처리를 하여야 한다.
3. 골절된 뼈나 탈구된 관절은 상해 받은 부위를 중심으로 위아래에 있는 관절부위까지 고정시켜야 한다.
4. 부목은 항상 제자리에 있도록 단단하게 대주어야 한다.
5. 부목은 사용하기 전후로 상처와 말초부위의 맥박, 색깔, 동통감각을 조사해야 한다.(30분마다 검사)
6. 골절이나 탈구를 일으킬 수 있는 사고에서는 항상 목과 척추의 손상을 의심해야 한다.
7. 욕창을 예방하기 위하여 반드시 부목과 피부사이에 패드를 대주어야 한다.

B.8 탈 구

탈구는 관절을 형성하는 뼈가 제자리에 있지 못한 상태이다. 보통 탈구는

관절을 둘러싸고 있는 건이나 인대가 손상을 받거나 터져 갈라짐으로 일어난다.

- ① 증상 : 골절과 비슷하며, 보통 탈구된 부위의 팔이나 다리의 기형이 보다 쉽게 나타난다.
- ② 일반적 처치
 1. 어떤 관절에서 탈구가 일어났다면 그 부위를 부목으로 움직이지 못하게 고정시킨다.
 2. 찬 수건으로 찜질을 하여 아픔을 가라앉히고 부종을 막는다. 쇼크에 대한 응급처치를 한다.
 3. 즉시 병원으로 옮겨 탈구된 뼈를 제자리에 맞추도록 한다. 시간이 많이 지체되면 제자리에 맞추어 넣기가 어려워지므로 유의하여야 한다.

B.9 염좌

관절을 둘러싸고 있는 근육, 인대, 건이 갈라지면서 찢어지거나 늘어나게 된 상태이다.

- ① 증상
 1. 손상 받은 부위는 심한 동통이 있고 움직일 때 통증이 증가한다.
 2. 손상 받은 부위에 심한 부종과 압통이 있다.
- ② 일반적 처치
 1. 관절을 노출시키고 단단히 그 주위에 압력을 가한다. 즉, 찬물에 적신 패드를 관절주위에 대고 그 위로 붕대나 삼각건으로 단단히 감아 묶어준다.
 2. 그 부위를 상승시키고 움직이지 않도록 한다.
 3. 가능한 한 빨리 병원으로 옮겨 골절유무를 파악하는 것이 안전하다.

B.10 화상

- ① 화상의 종류에는 4가지가 있다.
 1. 뜨거운 물체, 증기, 끓는 물 등에 의한 경우

2. 화염 (불꽃)에 의한 경우
3. 유독성 화학물질 (염산 등)에 의한 경우
4. 전기에 의한 경우이며

전기에 의한 화상에는 두 가지가 있다.

가. 전류가 신체에 통할 때 화상을 입는데 이 화상은 신체의 내부에 심하고 겉은 가벼우며 심재성 화상이라고 부른다.

나. 전격에 의하여 화상을 입는 것으로 이 화상은 대체로 피부 표면에만 국한한다.

4가지 종류의 화상을 입었을 때에 신체에는 화상부위의 국소변화와 전신변화가 일어난다.

② 국소변화

1. 1도 화상(홍반성 화상)

가장 가벼운 경우로서 피부가 벌겋게 되고 아주 심한 통증이 있다. 이 통증은 2~3일이면 대개 없어진다.

2. 2도 화상(수포성 화상)

열과의 접촉시간이나 열의 강도가 1도보다 더 심한 경우로서 피부에 물집이 생긴다. 물집이 끓지 않을 경우, 1주 정도면 대개 치유된다.

3. 3도 화상(괴사성 화상)

심한 열에 의해 피부밑 조직(피하조직, 근육, 혈관, 신경, 뼈 등)까지 손상된 경우로서 검게 타고 심한 통증이 있다. 주위에 1도·2도 화상을 겸하는 경우가 많고 화상부위의 염증 등으로 장기간 치료를 요하며 피부이식 등 특수요법이 요구되며 치료후 흔적을 남긴다.

③ 전신변화

화상으로 인하여 통증, 발열, 맥박이 증가되고 심하면 호흡곤란, 의식 불명이 올 수도 있다. 2도 이상 화상이 성인의 경우에 체표면적의 20% 이상(소아는 10%이상)이 되면 문제가 된다. 심할 경우 화상부위로 많은 수분과 전해질이 빠져나가 쇼크가 올 수 있고 상한 조직에서 분비되는 유독물질이 콩팥을 통해 걸러지면서 콩팥을 파괴하여 신장 기능이 장애를 받게도 된다.

또한, 상한 조직은 온도, 분비물, 습도 등 균이 살기에 좋은 환경이고 환자의 저항력이 저하된 상태이므로 염증이 잘 생기며, 이 염증이 전신으로 퍼져 패혈증이 오면 치명적일 수 있다. 실제 심한 화상환자의 사망원인은 수분, 전해질 부족으로 인한 쇼크, 신장(콩팥) 기능저하, 패혈증이 주가 된다.

④ 화상의 응급처치

1. 뜨거워진 의복을 벗긴다. 단, 상처에 붙은 부분은 구태여 뜯어내려고 애쓰지 않는 것이 좋다.
2. 화상부위를 생리식염수(없으면 깨끗한 찬물)로 깨끗이 닦고 소독가제(없으면 깨끗한 천)로 덮는다. 붕대를 감은 후 안정을 시킨다. (주의 : 흔히 민간요법으로 담뱃재, 담뱃가루, 소주 등을 사용하는데 금기사항이다.)
3. 아픈 경우 아스피린 정도로 해결하고 바로 병원으로 옮겨야 한다. 심한 경우에는 수분, 전해질 공급이 우선 필요하므로 더욱 빨리 병원으로 옮겨야 한다. (이 때 환자에게 물을 조금씩 자주 주는 것이 좋다)
4. 1도 화상시 피부윤활제인 붕산연고나 바셀린을 바른다.
5. 2도·3도 화상에는 기름, 바셀린 및 고약을 바르지 말고 물집을 터트리지 말며 화상면에는 멸균된 붕대나 가제로 덮는다.
6. 화학물질에 의한 화상은 계속적으로 많은 물(흐르는 물)로서 피부에 묻은 화학물질을 씻어버린다.
7. 전기로 인한 화상을 입은 경우에는 가능한 한 빨리 전원으로부터 환자를 이탈시킨다. 마른 막대기 같은 부도체를 이용하여 환자를 구출할 때는 장화를 신거나 부도체 위에서 하여야 하며 환자와 접촉되지 않도록 주의한다.

B.11 열에 의한 손상

열사병은 온도와 습도가 높은 장소에서 발생하고 일사병은 고열의 직사광선을 장시간 받음으로써 일어난다.

① 열경련

1. 발생원인

가. 과도한 염분손실

나. 식염수 보충 없이 물만 많이 마실 때 발생

2. 주요증상 및 소견

가. 근육경련(사지근, 복근, 배근, 수지굴근 등)

※ 30초 또는 2~3분 동안 지속

나. 정상체온 (36.5℃)

3. 응급조치

가. 0.1% 식염수 공급

나. 경련발생 근육 마사지

② 열탈진

1. 발생원인

가. 고온작업시 체내수분 및 염분손실

나. 고온작업을 떠나 2~3일 쉬고 다시 돌아올 때 많이 발생

2. 주요증상 및 소견

가. 피로감, 현기증, 식욕감퇴, 구역, 구토, 근육경련, 실신 등

나. 체온 38℃ 이상

3. 응급조치

가. 서늘한 장소로 옮겨 안정을 취한다.

나. 0.1% 식염수를 공급한다.

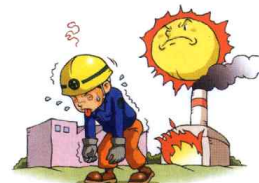
다. 가능한 빨리 의사의 진료를 받도록 조치한다.



열경련



열탈진



열사병

③ 열사병

1. 발생원인

가. 체온조절 장애

나. 고온다습한 환경에 갑자기 폭로될 때 발생

2. 주요증상 및 소견

가. 현기증, 오심, 구토, 발한정지에 의한 피부건조, 허탈, 혼수상태, 헛소리 등

나. 체온 40℃ 이상

3. 응급조치

가. 환자를 시원하고 그늘진 곳에 눕히고 머리를 높여준다.

나. 옷을 벗기고 실온에서 찬물로 닦거나 물뿌리개로 물을 붓는다.

다. 선풍기 등으로 시원하게 해줌

라. 얼음찜질을 한다.

마. 의식이 있으면 물 반 컵에 작은 숟가락 반 정도의 소금을 타서 먹인다.

바. 의식에 이상 있으면 즉시 병원 응급실로 후송한다.



열허탈증(열피로)



열발진 (땀띠)

④ 열허탈증 (열피로)

1. 발생원인

가. 고열환경 폭로로 인한 혈관장애(저혈압, 뇌 산소 부족)

2. 주요증상 및 소견

가. 두통, 현기증, 급성 신체적 피로감, 실신 등

3. 응급조치

- 가. 서늘한 장소로 옮긴 후 적절한 휴식
- 나. 물과 염분을 섭취

⑤ 열발진 (땀띠)

1. 발생원인

- 가. 땀을 많이 흘려 땀샘의 개구부가 막혀 발생하는 땀샘의 염증

2. 주요증상 및 소견

- 가. 홍반성 피부
- 나. 붉은 구진 발생
- 다. 수포, 홍륜 발생

3. 응급조치

- 가. 시원한 실내에서 안정
- 나. 피부를 청결히 함

B.12 쇼크

세포대사에 필요한 혈류와 산소공급이 부족한 상태이다. 계속적인 세포의 부적당한 대사가 있다면 세포는 파괴되고 기관의 기능을 잃게 되어 마침내 죽게 된다. 쇼크는 일시적이며 가벼운 정도의 것으로부터 죽음에 이르기까지 여러 단계가 있다.

① 원인

대출혈, 심한 화상, 골절, 탄상, 물에 빠짐 및 그 밖의 가슴 또는 머리의 부상 등이 쇼크를 일으키는 원인이 된다.

② 증상

1. 얼굴이 창백하여 진다.
2. 식은땀이 나며 현기증을 일으킨다.
3. 구토나 구역질을 하게 된다.
4. 맥박이 약하고 때로는 빠르다.
5. 심하면 의식이 없어진다.
6. 호흡은 불규칙하게 된다.

③ 응급처치

실시하여야 할 중요한 3가지 처치방법은 환자의 자세, 보온, 음료이다.

1. 환자를 우선 가까운 안전한 장소에 편안한 자세로 눕힌다.
2. 흉부나 두부손상 환자를 제외하고는 뇌의 혈류를 증가시키기 위해 하지를 머리보다 높게 한다.
3. 정상 체온을 잃게 되므로 환자를 보온시킨다.
4. 짝 조이는 옷은 느슨하게 해주며 조용히 누워있게 한다.
5. 신체외부의 출혈인 경우에는 지혈을 해준다.
6. 손상 받은 부위를 지지해 줌으로써 통증을 경감시킬 수 있다.
(예, 골절인 경우 부목을 대준다.)
7. 의식불명이 있거나 희미한 환자에게는 원칙적으로 음료를 주지 않는다.
8. 환자가 의식이 있고 마실 것을 줄 필요가 있을 때에는 더운물, 국물, 우유, 엽차 같은 것이 좋으며 조금씩 마시게 한다.

B.13 눈의 상처

① 눈 안에 이물질이 들어갔을 때

1. 물이나 눈을 닦는 세제를 넣어 제거할 수 있다.
2. 눈꺼풀을 간단히 뒤집음으로써 눈꺼풀에 부착되어 있는 이물질을 제거할 수 있다.
3. “1, 2”항의 방법으로 제거되지 않을 때에는 소독가제를 눈에 대고 환자를 의사에게 보내야 한다.

② 눈의 화상 : 산이나 알칼리 및 부식제 등의 화학제가 눈 속에 들어갔을 때에는

1. 우선 화학제가 완전히 제거될 때까지 청결히 눈을 씻어야 한다.
2. 소독가제를 눈에 대고 환자를 의사에게 보내야 한다.

B.14 신체의 일부가 완전 또는 부분 절단된 경우

B.14.1 신체의 일부가 완전 절단

- ① 절단된 부위(신체 쪽과 신체로부터 절단되어 분리된 쪽 모두)는 묻은 흙을 털어내는 정도로 가볍게(생리식염수를 절단된 부위에 흘려 내리듯이 부어줌) 생리식염수로 씻어준다.
- ② 신체로부터 분리된 부위가 재해자가 착용한 장갑 속, 재해 장소 주변 등에 있는지 확인하여 최대한 확보하여야 한다.
- ③ 소독거즈에 생리식염수를 적셔 절단된 부위(신체 쪽과 신체로부터 절단되어 분리된 쪽 모두)를 싼다. 소독거즈가 없으면 깨끗한 수건 등을 사용하여 감싼다.
- ④ 신체로부터 절단되어 분리된 일부는 비닐봉지에 넣어 물기가 들어가지 않도록 묶은 후 절단된 부위가 얼음에 직접 닿거나 얼지 않도록 주의하여 이송한다. 얼음상자에 넣어 이송하는 경우 냉동상태로 되지 않도록 특히 주의하여야 한다.
- ⑤ 신체쪽의 절단된 부위는 거즈로 감싼 부위를 압박붕대, 고무줄 등으로 묶어 지혈하고, 이 때 지혈되는 부위가 심장보다 위쪽에 오도록 하면 지혈에 도움이 된다.
- ⑥ 압박붕대로 지혈되지 않으면 폭(보통 5 cm 이상)이 넓은 지혈대를 사용하되, 지혈대는 느슨하게 사용해서는 아니 되고, 장시간 사용되지 않도록 주의(보통 1 시간을 넘지 않도록)하며, 팔꿈치 무릎 등의 관절 부위에는 사용하지 말고, 심장 가까운 관절의 위쪽으로 사용한다.
- ⑦ 재해자에게는 전신마취를 위한 공복시간을 맞출 수 있도록 물, 음식 등을 먹이지 않는다.
- ⑧ 재해자와 재해자의 신체에서 분리된 절단 부위는 반드시 함께 이송하여야 한다.
- ⑨ 응급의료기관에 미리 연락하여 도착 즉시 수술이 가능하도록 협조를 구한다.

B.14.2 신체의 일부가 부분적으로 절단

- ① 부분적으로 절단된 부위는 생리식염수로 가볍게(생리식염수를 절단된 부위에 흘려 내리듯이 부어줌) 씻어준다.
- ② 소독거즈(없으면 깨끗한 수건 등)로 절단된 부위가 감염되지 않도록 감싼다.
- ③ 얼음주머니를 만들어 압박붕대로 감싼 부위를 차게 유지하여 응급의료 기관으로 이송하되, 부분 절단된 부위가 얼음에 직접 닿거나 열게 하여서는 아니 된다.
- ④ 부분 절단된 부위의 상부는 압박붕대, 고무줄 등으로 묶어 지혈한다.
- ⑤ 재해자에게는 전신마취를 위한 공복시간을 맞출 수 있도록 물, 음식 등을 먹이지 않는다.
- ⑥ 응급의료 기관에 미리 연락하여 도착 즉시 수술이 가능하도록 협조를 구한다.

B.15 나무 등에 깔린 경우의 응급처치

B.15.1 사지의 골절

- ① 비전문가의 골절 재해자 처치는 상태를 악화시킬 수 있으므로 재해자가 편안한 상태에서 구급차량의 도착을 기다릴 수 있게 하고, 골절된 부위를 움직이지 않도록 부목을 대고 삼각건, 붕대, 수건 등으로 매서 고정시킨다.
- ② 상처가 있으면 깨끗한 거즈나 천을 대고 붕대를 감는다.
- ③ 출혈이 있으면 직접 압박하여 지혈하고, 지혈되지 않으면 지혈대를 사용한다.

B.15.2 척추 손상

- ① 척추의 손상이 우려되는 경우 움직임을 제한하는 것이 가장 중요하다. 따라서 전문가에 의한 처치가 시행되기 전까지는 움직임을 최소화한다.

- ② 그러나 만약 재해자의 생명이 위급한 상황이라면 그 위급한 상황에 대한 구조를 먼저 실시한다.

B.15.3 흉부 손상

- ① 재해자의 기도가 확보되고 있는지, 가슴에 개방성 상처는 없는지 확인한다.
- ② 기도가 눌리고 있는 경우 원인 물체를 제거하되, 경추 부위를 가능하면 움직이지 않도록 주의한다.
- ③ 가슴에 생긴 개방성 상처는 기도가 확보되었다면 가능한 수단을 동원하여 상처를 폐쇄시킨다.

B.15.4 두부 손상

- ① 두피의 상처도 많은 양의 출혈이 가능하므로 상처 부분에 골절이 없으면 상처를 눌러서 지혈 후 거즈나 깨끗한 천을 대고 붕대를 감는다.
- ② 개방성 두개골 골절이 명확하거나 큰 타박 또는 두피에 짙은 색의 멍이 든 경우에는 골절의 가능성이 크므로 지혈을 위해 직접 상처 부위를 압박해서는 아니 된다.
- ③ 두개골에 어떤 물체가 박혀 있는 경우 현장에서 제거해서는 아니 된다.

B.16 환자의 운반

환자의 운반은 처치와 더불어 중요하다. 그것은 운반법이 적절하지 못하면 환자의 상태를 더욱 악화시킬 우려가 많으므로 올바른 운반법이 필요하다. 또한, 환자를 들것에 옮기고 내리는 것도 운반에 있어서는 중요한 일이며 환자운반의 일반적인 유의사항은 다음과 같다.

- ① 상해가 발생하였을 때 환자에게 응급치료를 한 후 의사(혹은 구급대원)의 별도의 지시가 있기 전까지는 한 사고 장면대로 놓아두어야 한다.
- ② 화재, 건물붕괴 등의 경우와 같이 더욱 심한 위험성이 있을 때에 한하

여 이동시켜야 한다.

③ 중환자는 들것이나 또는 누인 채로 이동시켜야 한다.

④ 골절의 경우에는 상해부분을 절대로 움직이지 않도록 특히 조심하여 취급하여야 한다.

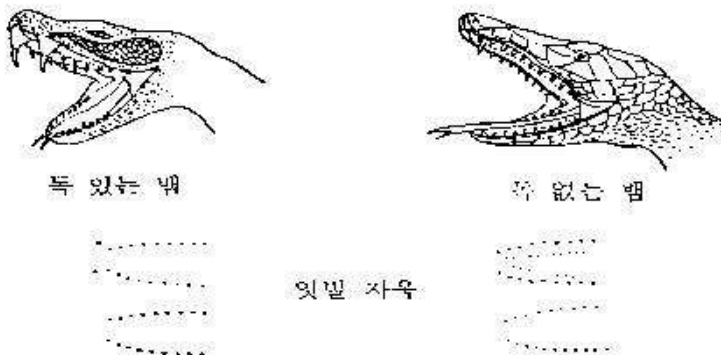
B.17 동물 교상

① 개에 물렸을 때

1. 미친개의 경우에는 대개 10일 이내에 죽게 되므로 그 개를 죽이거나 놓치지 말고 산채로 가두어 두고 관찰하는 것이 중요하다.
2. 상처의 치료 : 상처를 비누와 물로 깊은 곳까지 깨끗이 씻고 식염수로 씻어내며 상처는 봉합하지 않는다.

② 독사에 물렸을 때

1. 뱀은 크게 독이 있는 독사와 독이 없는 구렁이로 나눌 수 있고, 머리 생김새, 눈동자 모양, 물린 부위 의 이빨 자국으로 감별할 수 있다.
2. 독사의 머리는 위에서 보았을 때 삼각형인데 비해 구렁이는 비교적 둥근 모양을 하고 있다. 또한 독사의 이빨은 두 개이고, 구렁이는 이빨이 많아서 물린 부위의 모양을 가지고 판단하는 경우가 많다.



(주의) 독사는 귀밑샘 부위에 독을 가지고 있으므로 머리부분의 모양이 삼각형을 나타낸다.

그림 B.16 독사의 구분

3. 독사의 종류는, 물린 경우 신경계를 마비시켜 호흡곤란 등으로 단시간 내에 사망을 일으키는 신경독소를 가진 독사종류(코브라 등)와 혈액과 조직에 손상을 일으키는 혈액독소를 가진 독사종류를 구분할 수 있다.

가. 우리나라에 서식하는 독사는 살모사, 까치살모사, 불독사의 세 종류로 알려져 있으며, 모두 혈액독소를 가진 독사이다.

나. 혈액독소를 가진 독사에게 물린 경우 급사를 하는 경우는 흔하지 않으며, 초기에 적절한 응급처치와 치료를 받는 경우 생존율이 높은 것으로 알려져 있다. 그러나 처치가 부적절했거나 치료가 늦은 경우, 소아나 노인 환자의 경우 합병증으로 사망하기도 한다.

4. 처치법

가. 환자를 뱀이 없는 곳으로 옮긴다. 뱀은 재공격하는 경우가 흔하며 몸이 잘린 후에도 20분 정도는 움직이므로 뱀을 잡는 행위나 설사 뱀을 잡았더라도 극도의 주의를 요한다.

나. 환자가 흥분해서 걷거나 뛰면 독이 더 빨리 퍼지므로 환자를 안정시킨다. 팔을 물렸을 때는 반지와 시계를 제거한다. 그냥 두면 팔이 부어오르면서 손가락이나 팔목을 조여 혈액 순환을 방해할 수 있다.

다. 물린 부위는 비누와 물로 씻어낸다.

라. 물린 부위는 움직이지 않게 고정하고 심장보다 아래에 위치시키어 독이 심장 쪽으로 퍼지는 것을 지연시킨다.

마. 물린지 15분 이내인 경우에는 진공흡입기를 사용하여 독을 제거한다. 그러나 진공흡입기가 없으며 물린 부위가 빠르게 붓고 의료기관이 1시간 이상 거리에 떨어져 있는 경우에는 입으로 상처를 빨아 독을 제거해 볼 수 있다. 단, 입 안에 상처가 있는 사람이 빨아서 독을 제거할 경우 오히려 입 안의 상처를 통해 독이 흡수될 수 있음을 주지하여야 한다.

바. 압박대로 묶는 행위는 아직 많은 논란의 대상이다. 그러나 병원까지의 거리가 멀고 물린 부위가 빠르게 붓는 경우에는 물린 부위에서 5~10cm 정도 심장 쪽에 가까운 부위를 폭 2cm 이상의 넓은 끝이나 손수건을 압박대를 이용하여 피가

통할 정도로 묶을 수 있다.

- (1) 압박대를 너무 꽉 조이는 경우에는 오히려 피가 통하지 않아 2차적 손상이 발생할 수 있으므로, 동맥은 차단하지 않고 정맥의 흐름만 차단할 수 있는 정도의 힘으로만 조인다.
- (2) 일단 묶었으면 다시 풀었다 묶었다 하지 않아야 하며, 아래 부위의 맥박이 잘 뛰는지 수시로 검사해 보아야 한다.
- (3) 물린지 30분이 경과한 후에는 묶어도 효과가 적다.

사. 뱀에 물렸을 때에 가장 중요한 행위는 최대한 빨리 항독소가 있으면서 적절한 치료를 받을 수 있는 의료 기관으로 가는 것이다.

아. 중독의 징후가 나타나는지 여부에 관계없이 119 구급대 신고 하여 신속히 항독소가 있는 의료기관으로 즉각 이송 하여야 한다.

③ 쥐에게 물렸을 때

1. 상처는 송곳에 찔린 것 같은 깊은 상처를 내는 수가 많다.
2. 쥐는 불결한 생활을 하므로 2~4주일의 잠복기 후에 서교증을 일으킨다.
3. 고열로 신음하는 수가 있으므로 물린 부위는 소독약으로 소독을 충분히 한 다음 잠복기간 동안의 경과를 주의하여 관찰한다.
4. 봄가을철에는 물린 즉시 병원으로 이송한다.

④ 진드기에 물렸을 때

1. 진드기는 몸에 붙은 지 2시간 내에 떼어내야 한다.
2. 떼어낼 때 진드기를 터트리거나 그 머리가 피부에 남아 있도록 해서는 안 된다. 이것은 족집게, 핀셋으로 잡아당기거나 곤충약이나 열을 가하면 떨어진다.
3. 유행성 출혈열의 매개체이다.
4. 상처는 요오드팅크나 다른 방부제로 치료한다.

⑤ 벌에 쏘였을 때

1. 먼저 쏘인 침을 상처로부터 제거한다.

2. 묶은 암모니아수로 축이거나 탄산수소나트륨을 반죽하여 바른다.
3. 항히스타민제도 효과가 있다.

B.18 유해 식물 (옷과 나무)

① 특징

유독성 옷과 나무의 액이 직접 피부에 묻거나 그 액이 묻은 의복이나 차량 및 이 식물이 타고 있는 연기에 접촉하게 되면 독성이 나타난다.

유독성 옷과 나뭇잎의 생김새는 다음 그림과 같다.

② 증상

유독성 옷과 나무의 독이 오르면 피부가 빨갛게 되고 심히 가려워진다. 그리고는 물집이 생기며 이 물집이 터지면 독이 번진다.

③ 응급치료

유독성 옷과 나무에 대해서는 여러 가지 치료법이 있으나 다음의 방법이 가장 적당하다고 생각한다. 알루미늄 초산염 1%, 글리세린 25%, 알코올 10% 및 물 59%의 수용액이다. 만일, 이 용액이 효력이 없으면 의사와 상의하는 것이 좋다.

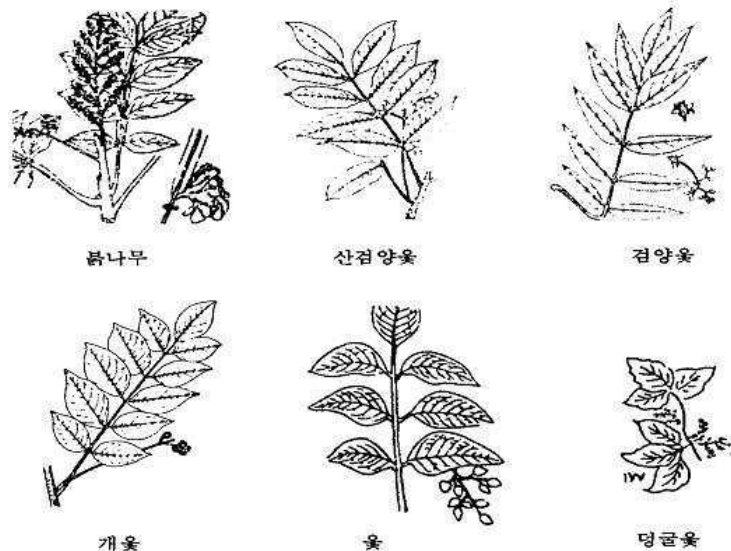


그림 B.17 유독성 옷

B.19 응급치료 기자재의 비치와 관리

- ① 현장관리자(관리감독자)는 비치기준에 의한 수량을 상시 확보해 두어 휴대, 사용하도록 한다.
- ② 응급치료 상자에 비치할 약품은 다음과 같다.

<구급약품 비치기준>

품 명	수 량	용 도	품 명	수 량	용 도
알 코 올	1 병	소독용	반 창 고	1 개	치료용
소 독 용 베타딘액	1 병	상 치 소독용	가위, 핀셋	각 1개	"
과 산 화 수 소 수	1 병	"	가제 4 × 4	1 포	"
소 독 솜	1 포	"	염화2철액	1 병	지혈용
바셀린가제	1 포	화상용	압박붕대	1 개	
붕대 5cm, 10cm	각 2개씩	치료용	설 압 자	10 개	기도유지
삼 각 건, 지 혈 대	각 2개씩	지혈용	안 전 핀	2 개	삼각건 이 용
부 목	2 개		붕 산 수	1 병	소독용
생리식염수					

