

KOSHA GUIDE

A - G - 17 - 2026

## 인력운반작업에 관한 기술지원규정

2026. 1.

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

## 기술지원규정의 개요

- 개정자 : (사)고경력과학기술연우총연합회
  
- 제 · 개정경과
  - 2025년 12월 산업안전일반분야 전문위원회 심의(개정)
  - 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)
  
- 관련규격 및 자료
  - Manual handling operations regulations, HSE Guidance, 1992
  - 산업안전보건용어사전, 한국산업안전보건공단
  
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제5장 (중량물 취급 시의 위험방지)
  - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제6장 (하역작업 등에 의한 위험방지)
  
- 기술지원규정의 적용 및 문의
  - 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지([portal.kosha.or.kr](http://portal.kosha.or.kr))의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
  - 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2026년 1월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 목 차

1. 목적 .....	1
2. 적용범위 .....	1
3. 용어의 정의 .....	1
4. 인력작업 관련 법적 필수사항 .....	2
5. 인력운반 작업에 관한 사항 .....	3
6. 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 현장 적용 .....	6
7. 인력작업 시 재해위험 .....	6
8. 인간공학적 작업부하 평가 및 적용 지침 .....	8
8.1 Revised NIOSH Lifting Equation (R-NLE) .....	8
8.2 인간공학적 작업부하 평가방법 .....	12
8.3 작업물 들기작업의 평가 지침 .....	12
8.4 작업물 운송작업의 평가 지침 .....	17
9. 인력작업 시 재해위험 예방대책 .....	26
9.1 일반적인 위험 예방대책 .....	27
9.2. 상황별 위험 예방대책 .....	27
9.3. 교육훈련 .....	28
9.4. 모니터링과 검토 .....	29
9.5 관리감독자와 작업자의 의무 .....	29
9.6. 위험성평가 .....	30
<부록 1> 인력운반작업 절차 예시 .....	31
<부록 2> 주요 보조기구 .....	34

# 인력작업에 관한 기술지원규정

## 1. 목 적

이 규정은 사업장에서 인력으로 수행하는 중량물의 들기, 운반, 밀기, 당기기 등의 작업 시 발생할 수 있는 근골격계질환 및 안전사고를 예방하기 위한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다

## 2. 적용범위

- (1) 이 규정은 제조업, 건설업, 운수창고업, 도소매업, 음식숙박업, 보건 및 사회복지사업 등 인력운반 작업이 있는 모든 업종에 적용한다.
- (2) 화물을 운반하거나 지지하는 작업 이외의 작업은 인력작업에 포함되지 않는다. 예를 들어, 엔진의 시동키를 돌리거나 기계에서 조절 레버를 들어 올리는 것 등은 인력작업의 범주에 들지 않는다.

## 3. 용어의 정의

- (1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다
  - (가) “인력작업”이라 함은 동력을 사용하지 않고 사람의 힘으로 중량물을 들기, 내리기, 운반, 밀기, 당기기 등을 하는 작업을 말한다.
  - (나) “중량물”이라 함은 인력으로 들거나 운반하기에 무거운 물체를 말한다.
  - (다) “재해”라 함은 작업과 관련하여 발생하는 부상과 질병을 모두 포함하는 사건을 말한다.
  - (라) “작업장(workplace)”이라 함은 주어진 작업자에 대하여 작업환경으로 둘러싸인 작업공간내의 작업장비들의 조합을 말한다.
  - (마) “작업환경(work environment)”이라 함은 작업자의 작업공간을 둘러싸고 있는 물리적, 화학적, 생물학적, 조직적, 사회적, 문화적 요인을 말한다.

- (바) “들기작업”이라 함은 물체를 한 높이에서 다른 높이로 이동시키는 작업을 말한다. 작업자가 아래에 있는 것을 위로 올리거나 또는 위에 있는 것을 아래로 내리는 작업을 말한다.
  - (사) “채우기 작업”이라 함은 포대의 입구를 열거나 봉하는 작업과 포대에 자재나 물품을 채우는 작업을 말한다.
  - (아) “운반 작업”이라 함은 중량물의 위치를 이동시키는 작업을 말한다.
  - (자) “쌓기 작업”이라 함은 중량물을 다단으로 쌓는 작업을 말한다.
  - (차) “쥐기(grip)”라 함은 손으로 꼭 움켜 쥐는 것을 말한다.
  - (카) “유지보수(maintenance)”라 함은 장비의 양호한 작동 상태를 유지하기 위한 정기 또는 비정기적 행위를 말한다.
  - (파) “포대”이라 함은 면, 삼 같은 천연섬유나 레이온 같은 재생섬유, 비닐론, 폴리프로필렌, 나일론, 폴리에스테르 등을 직포하여 자루로 한 것을 말하며, 물품 및 자재의 보관과 이동을 위해 사용하는 도구를 말한다.
- (2) 그 밖에 이 규정에 사용하는 용어의 정의는 이 규정에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련고시에서 정하는 바에 의한다.

#### 4. 인력작업 관련 법적 필수사항

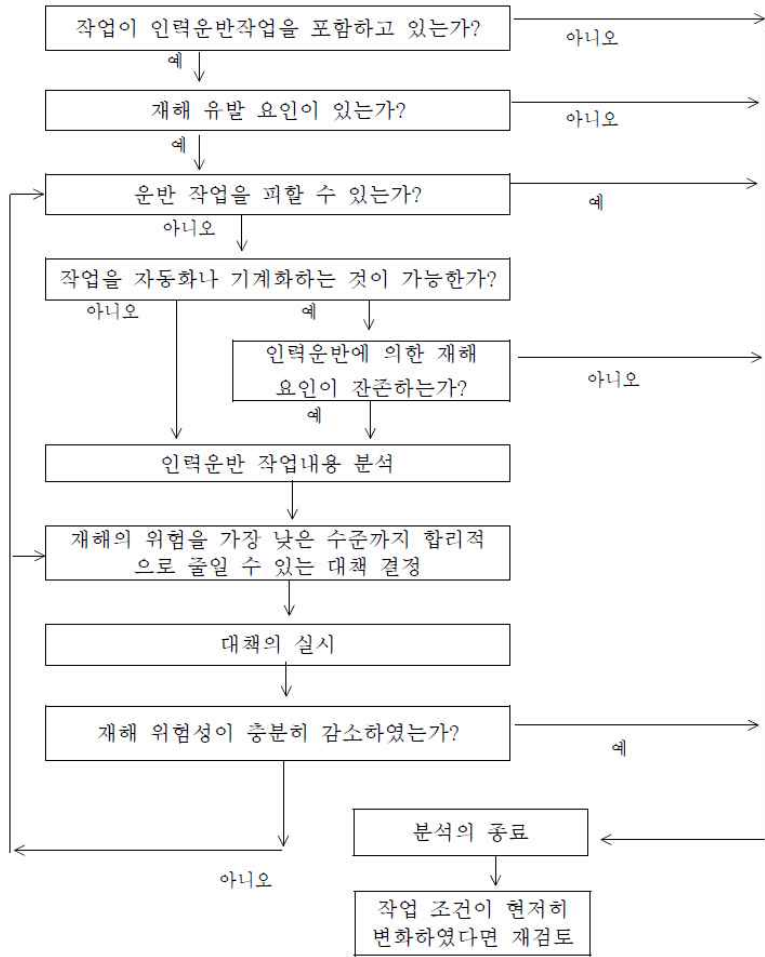
다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로서 반드시 준수해야 한다.

- 제663조(중량물의 제한)** 사업주는 근로자가 인력으로 들어올리는 작업을 하는 경우에 과도한 무게로 인하여 근로자의 목·허리 등 근골격계에 무리한 부담을 주지 않도록 최대한 노력하여야 한다.
- 제664조(작업조건)** 사업주는 근로자가 취급하는 물품의 중량·취급빈도·운반거리·운반속도 등 인체에 부담을 주는 작업의 조건에 따라 작업시간과 휴식시간 등을 적절하게 배분하여야 한다.
- 제665조(중량의 표시 등)** 사업주는 근로자가 5킬로그램 이상의 중량물을 들어올리는 작업을 하는 경우에 다음 각 호의 조치를 하여야 한다.
1. 주로 취급하는 물품에 대하여 근로자가 쉽게 알 수 있도록 물품의 중량과 무게 중심에 대하여 작업장 주변에 안내표시를 할 것
  2. 취급하기 곤란한 물품은 손잡이를 붙이거나 갈고리, 진공빨판 등 적절한 보조도구를 활용할 것
- 제666조(작업자세 등)** 사업주는 근로자가 중량물을 들어올리는 작업을 하는 경우에 무게중심을 낮추거나 대상물예 몸을 밀착하도록 하는 등 신체의 부담을 줄일 수 있는 자세에 대하여 알려야 한다.

## 5. 인력운반 작업에 관한 사항

### 5.1 일반사항

(1) 인력운반 작업 시에는 다음 <그림 1>과 같은 인력운반작업 분석프로그램을 활용하여 작업을 분석한다.



<그림 1> 인력운반작업 분석프로그램

(2) <그림 1>을 활용하여 사업장 운반작업을 분석한 후 다음 각 호의 운반재해예방 기본원칙을 토대로 구체적인 대책을 수립한다.

(가) 작업공정을 개선하여 운반의 필요성이 없도록 한다

(나) 운반작업을 줄인다

(다) 운반횟수(빈도) 및 거리를 최소화한다

(라) 중량물의 경우는 2-3인이 운반하도록 한다

(마) 운반보조 기구 및 기계를 이용한다

(3) 위험성평가 (포괄적(generic) 평가 포함)의 대상이 된 모든 작업자들에게는 파악된 위험에 대한 내용을 전달해야 한다.

(4) 위험성은 합리적으로 실행 가능한 범위에서 가능한 한 낮은 수준으로 줄여야 한다. ‘합리적으로 실행 가능한 범위’란, 예방 조치에 필요한 시간·노력·비용과 이를 통해 기대되는 위험 감소 효과를 균형 있게 고려할 때, 현장에서 과도한 부담 없이 이행할 수 있는 수준을 의미한다.

<표 1> 인력운반 작업 평가 체크리스트

평가를 할 때 고려해야 하는 문제점	부상 위험을 감소시키는 방법
<p>작업이 다음과 같은 것을 포함하는가?</p> <p>(1) 물건을 몸에서 떨어진 상태로 든다.  (2) 몸을 구부리거나, 돌리거나, 또는 위에 높이 있는 물건을 집는다.  (3) 수직적으로 큰 움직임  (4) 물건을 옮기는 거리가 길다.  (5) 밀거나 끌어당기는 일이 몹시 힘들다.  (6) 반복적인 인력운반 작업  (7) 휴식 및 회복 시간이 불충분하다.  (8) 프로세스에 의해 작업속도(Work rate)가 정해져 있다.</p>	<p>다음이 가능한가?</p> <p>(1) 들기 작업에 보조도구를 사용한다.  (2) 효율 개선을 위해 작업장 배치를 개선한다.  (3) 몸을 구부리거나 돌리는 횟수를 줄인다.  (4) 특히 무거운 물건의 경우 바닥에서부터 또는 어깨위로의 들기 작업을 없앤다.  (5) 옮기는 거리를 줄인다.  (6) 반복적인 인력운반 작업을 없앤다.  (7) 작업을 다양화하여, 한 근육이 쉬는 동안 다른 근육을 사용하도록 한다.  (8) 끌어당기기보다는 미는 작업을 한다.</p>
<p>운반물이 다음과 같은가?</p> <p>(1) 무겁고, 부피가 크거나 다루기 힘든가?  (2) 잘 잡아지지 않는가?  (3) 불안정하거나 예측 불가능한 방향으로 움직일 가능성 (동물 등)이 있는가?  (4) 위험한가? (뺏족하거나 뜨거운가?)  (5) 무질서하게 쌓여져 있는가?  (6) 너무 커서 옮기는 상태에서 앞을 보기 어려운가?</p>	<p>운반물을 다음과 같이 만들 수 있는가?</p> <p>(1) 무게 및 부피를 줄인다.  (2) 잡기 쉽게 만든다.  (3) 보다 안정성을 높인다.  (4) 손에 쥘 때 덜 위험하게 한다. 작업물이 외부에서 온다면, 공급업체에게 손잡이나 소형 단위로 제공해줄 것을 요청한 적이 있는가?</p>
<p>작업환경에 다음과 같은 문제가 있는가?</p> <p>(1) 자세를 제약하는 사항  (2) 평탄하지 못하고 장애물이 있거나 미끄러운 바닥  (3) 여러 층을 오가며 일함</p>	<p>다음이 가능한가?</p> <p>(1) 자유로운 움직임을 저해하는 장애물을 제거한다.  (2) 바닥 환경을 개선한다.  (3) 층계 및 경사가 심한 통로를 이동하는 것을</p>

<p>(4) 덥고/춥고/습도가 높은 환경  (5) 바람이 거세거나 기타 강한 공기 움직임  (6) 흐릿한 조명  (7) 의복 및 개인보호구(PPE)로 인한 움직임 또는 자세의 불편함  (8) 진동이 있는 작업</p>	<p>피한다.  (4) 지나치게 덥거나 춥지 않도록 한다.  (5) 조명을 개선한다.  (6) 덜 불편한 보호 의복 또는 개인보호구(PPE)를 제공한다.  (7) 작업자의 의복과 신발이 작업에 적합하도록 한다.  (8) 방진장갑 등 진동보호구를 제공한다.</p>
<p>개인 역량. 업무가 다음에 해당하는가?  (1) 특별한 역량, 예를 들어 평균 이상의 힘이나 민첩성을 필요로 하는가?  (2) 건강 문제가 있거나 학습/신체적 장애가 있는 사람들의 위험을 높이는가?  (3) 임신한 여성들의 위험을 높이는가?  (4) 특별한 정보 또는 교육 및 훈련을 필요로 하는가?</p>	<p>다음이 가능한가?  (1) 신체적으로 약한 사람들에게 특별한 주의를 기울인다.  (2) 임신한 여성 작업자들에 특히 유의한다.  (3) 작업자들에게 어떤 일에 직면하게 될 지 등 보다 자세한 정보를 제공한다.  (4) 보다 많은 교육 및 훈련을 제공한다. 필요하다면 직업 보건 전문가로부터 자문을 구한다.</p>
<p>보조 도구 및 장비  (1) 작업에 적합한 기기인가?  (2) 잘 유지, 보수되어 있는가?  (3) 기기의 바퀴가 바닥 표면에 적합한가?  (4) 바퀴가 잘 굴러가는가?  (5) 손잡이 높이가 허리와 어깨 사이인가?  (6) 손잡이의 쥐기력이 좋고 편안한가?  (7) 제동장치가 있는가? 있다면 제대로 작동하는가?</p>	<p>다음이 가능한가?  (1) 작업에 보다 적합한 장비를 제공한다.  (2) 문제를 방지하기 위해서 계획된 예방적 유지 보수를 실시한다.  (3) 바퀴와 타이어 또는 바닥재를 교체하여 장비가 보다 잘 움직일 수 있도록 한다.  (4) 보다 좋은 손잡이를 제공한다.  (5) 제동장치가 사용하기 편리하며, 신뢰할만하고 효과적이다.</p>
<p>작업 구성 관련 변수  (1) 작업이 반복적이거나 지겨운가?  (2) 작업이 기계나 시스템에 의해 속도가 정해져 있는가?  (3) 작업자들이 작업 부담이 과중하다고 느끼는가?  (4) 작업자와 관리자들 간에 커뮤니케이션이 부족한가?</p>	<p>다음이 가능한가?  (1) 단조로움을 줄이기 위해서 작업에 변화를 준다.  (2) 작업자들의 기술(Skill)을 보다 많이 사용한다.  (3) 작업량 및 마감시한을 달성 가능한 수준으로 조정한다.  (4) 보다 원활한 커뮤니케이션 및 팀워크를 장려한다.  (5) 의사결정시 작업자들을 참여시킨다.  (6) 교육 훈련 및 정보 제공을 개선한다.</p>

## 6. 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따른 현장 적용

산업안전보건기준에 관한 규칙 제663조부터 제666조는 인력으로 중량물을 다루는 작업에서 발생할 수 있는 근골격계 부담과 사고 위험을 줄이기 위해 중량물의 제한, 작업조건과 휴식 배분, 중량 표시 및 보조도구 사용, 올바른 작업자세 교육 등에 관한 핵심 사항을 규정하고 있다.

<표 2> 중량물 취급 인력작업에 대한 산업안전보건기준에 관한 규칙

조문	제목 및 요지	핵심 내용	현장 적용 포인트
제663조 (중량물의 제한)	인력으로 다루는 중량물에 대한 제한 의무	근로자가 중량물을 인력으로 들어올리는 작업시 과중한 무게로 인해 목·허리 등 근골격계에 무리한 부담이 가해지지 않도록 최대한 노력	현장 기준(인체공학, 위험성 평가) 적용 필요
제664조 (작업조건: 작업시간 및 휴식 배분 등)	중량물 작업 시 작업조건 조정 의무	작업자의 취급 중량, 취급 빈도, 운반 거리, 운반 속도 등의 요인을 고려하여 작업시간과 휴식시간을 적절히 배분	반복·장시간 작업일수록 휴식 비율을 늘리거나 작업 강도 낮추기
제665조 (중량의 표시 등)	중량물의 표시 및 보조도구 사용 의무	5 kg 이상 중량물을 인력으로 들어올릴 경우 1. 물품의 중량과 무게중심을 보기 쉬운 장소에 표시 2. 취급하기 어려운 물품엔 손잡이, 갈고리, 진공장치 등 보조도구를 활용	현장에서 5 kg 이상 물품엔 반드시 중량 표시 또는 보조도구 사용(부록 2)
제666조 (작업자세 등)	올바른 자세 등의 유지 의무	근로자에게 무게중심을 낮추거나 대상물에 신체를 밀착시키는 등 신체 부담을 줄일 수 있는 작업자세 제시 및 교육	작업자 교육 시 “물체 가까이 유지”, “허리 굽히지 않기” 등의 자세 규정 강조

## 7. 인력작업 시 재해위험

인력작업에서의 재해위험은 화물의 특성(무게·부피·취기 난이도·안정성·잠재적 위험성), 작업환경(공간적 제약·바닥 상태·높이 변화·온도·습도·환기·조명), 그리고 개인 능력(체력·건강 상태·임신 여부·지식과 훈련 수준)에 따라 달라지며, 이 요소들이 불리할수록 근골격계 부담과 사고 가능성이 크게 증가한다.

<표 3> 인력작업 시 위험요소

구분	위험요소	세부 내용
자세 관련	화물 거리	- 화물이 몸통에서 멀어질수록 허리 부하 증가 - 요추 손상 위험 상승
	몸통 비틀림	- 몸통을 비트는 동작 시 허리 압박 크게 증가 - 요통 및 디스크 질환 유발 가능
	허리 굽힘	- 상체 무게와 화물 무게를 합산 - 요추부 압박 증가
작업 높이 및 방향 관련	위로 올리기	- 팔·어깨·등 근육에 큰 부담이 됨 - 상지 근골격계 손상 위험 증가
	들어 올리고 내리기 거리	- 높이 차이가 클수록 에너지 소모 증가 - 허리 및 무릎 부상 위험 상승
이동 및 작업 특성 관련	장거리 운반	- 신체에 지속적으로 압박 - 피로 누적 및 근골격계 질환 위험 증가
	밀기·당기기	- 무릎 아래·어깨 위에서 수행 시 비정상적 힘 발생 - 부상 및 미끄러짐 사고 위험 증가
	갑작스러운 동작	- 예측 불가능한 충격 발생 - 근육·관절 손상 위험 증가
작업 빈도 및 회복 관련	작업 반복성	- 동일 무게라도 반복·장시간 작업 시 피로 누적 - 재해 위험 증가
	휴식 부족	- 회복시간 불충분 시 근육·관절 손상 가속화 - 작업능률 저하
화물 특성 관련	무게	- 무거울수록 근골격계 부담 증가 - 무거울수록 재해 위험 커짐
	부피·형태	- 부피가 크거나 다루기 어려우면 균형 유지가 곤란 하여 재해 위험 증가
	취기 용이성	- 원형·매끄러움·젖음·미끄러움 등으로 잡기 어려움 - 피로 증가 및 미끄러짐·떨어짐 사고 가능성 확대
	안정성	- 고정되지 않거나 내용물이 흔들리는 경우 예기치 못한 움직임으로 재해 위험 증가
	잠재적 위험성	- 날카로움·뜨거움·차가움 등 위험 특성이 존재할 경우 보호구 착용 필요 - 불안정한 취기·자세를 유발
작업환경 관련	공간 제약	- 낮은 작업대·좁은 통로·머리 위 등 공간 부족시 올 바른 자세 유지 곤란
	바닥 상태	- 평평하지 않은 바닥 또는 미끄럽거나 불안정한 바 닥에서 작업시 미끄러짐·헛디딤·추락 위험 증가
	높이 변화	- 계단·경사·사다리 사용시 균형 상실 및 재해 위험 증가
	온도·습도	- 고온·고습 환경에서 작업시 빠르게 피로 누적 - 고온 환경 작업시 땀으로 인해 취기력 약화
	환기·돌풍	- 작업시 환기 불량·돌풍 발생은 적절한 자세 유지 방해
	조명	- 작업시 조명이 불충분한 경우 시야 확보가 어려워 부자연스러운 자세 유발
개인 능력 관련	체력 요구	- 큰 힘·신장(팔·다리 길이 등)이 필요한 작업시 위험 증가
	건강 상태	- 능력 부족·건강 이상자가 무리하여 작업 시 재해 위험 상승
	임신 여부	- 임신 중·임신 가능성이 있는 경우 장시간 서기·걷기 작업 시 위험 증가
	지식·훈련	- 특수 지식·훈련 필요 작업 시 미숙련자는 안전한 수행 어려움

## 8. 인간공학적 작업부하 평가 및 적용 지침

### 8.1 Revised NIOSH Lifting Equation (R-NLE)

(1) 1981년의 기존 규정(AL, MPL)을 보완하여 1991년에 개정된 것으로, 비대칭 작업과 손잡이 상태와 관련된 요소를 반영하여 정확도를 높여 작업자가 물체를 들어올릴 때 허리에 가해지는 부담을 빠르게 정량적으로 평가

(2) 적용 전제조건

① 평가 대상 작업

- 양손으로 수행하는 들기(lifting) 작업에만 적용(한 손 들기, 밀기·당기기·운반·던지기 제외)
- 비교적 정형화된 반복 작업으로, 시작·종점이 명확하고 자세·거리·빈도 등을 정의할 수 있어야 함

② 근로자 특성

- 건강한 성인 남녀를 전제로 개발됨(임신부, 청소년, 노약자, 중증 근골격계 질환자는 대상 외로 간주)

③ 작업 환경 조건

- 일반적인 산업 작업 환경(적정 온·습도, 평탄하고 미끄럽지 않은 바닥 등)을 가정
- 들기 시 동시에 다른 중량을 지지하지 않는 것을 전제로 함

④ 물체 및 그립 특성

- 단단하고(rigid) 크기·무게 중심이 비교적 안정된 물체를 양손으로 잡을 수 있는 경우에 적합
- 손잡이, 모서리 등으로 결합상태(coupling: good/fair/poor)를 정의할 수 있어야 함

⑤ 주의·제외 대상 작업

- 환자 이송, 구조·소방 등 비정형 인체 취급 작업, 극단적 비대칭 자세, 앉기·무릎 꿇기 자세에서의 들기에는 제한적으로만 참고
- Frequency Multiplier 표 범위를 벗어나는 매우 높은 빈도·짧은 휴식의 작업은 결과 해석 시 보수적으로 적용

(3) 작업 개선, 위험평가, 작업 설계 기준으로 활용

(4) 기본 공식

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

RWL(Recommended Weight Limit) : 특정 작업 조건에서 거의 모든 건강한 작업자가 지속적으로  
(예: 8시간까지) 수행하더라도 들기작업 관련 요통 유발 위험이  
증가하지 않는 중량물 무게

LC (Load Constant) : 하중 상수 = 23 kg

HM (Horizontal Multiplier) : 수평 보정계수

VM (Vertical Multiplier) : 수직 보정계수

DM (Distance Multiplier) : 거리 보정계수

AM (Asymmetric Multiplier) : 비대칭 보정계수

FM (Frequency Multiplier) : 빈도 보정계수

CM (Coupling Multiplier) : 손잡이 보정계수

### ① HM

- 발의 위치에서 물건을 보관유지하고 있는 손의 위치까지의 수평 거리(H, Horizontal Location, 수평 위치. 단위 : cm)
- 두 손으로 물건을 취급하는 작업만을 대상
- $HM = 1 \quad (H \leq 25\text{cm})$   
 $= 25/H \quad (H = 25 \sim 63\text{cm})$

### ② VM

- 지면으로부터 중량물을 보관유지하고 있는 손위치까지의 수직 거리(V, Vertical Location, 수직 위치. 단위 : cm)
- $VM = 1 - (0.003 \times |V - 75|) \quad (0 \leq V \leq 175)$   
 $= 0 \quad (V > 175\text{cm})$

### ③ DM

- 중량물을 들고 내리는 수직 방향의 이동 거리의 절대치(D, Vertical Travel Distance, 수직 이동 거리. 단위 : cm)
- 수직 이동 거리 D는 중량물의 이동전 원래 지점(Origin)과 이동 지점(Destination)의 위치에서의 수직 위치 V의 차의 절대치
- 본 기준에서는 들기 속도를 취급하지 않음. 따라서, 대단히 빠른 들기 동작(약 1초 이내에 75cm이상의 거리를 오르내림하는 동작)이나 던지는 등의 중량물을 취급하는 동작에는 적용할 수 없음
- $DM = 1 \quad (D \leq 25\text{cm})$   
 $= 0.82 + 4.5/D \quad (D = 25 \sim 175\text{cm})$

### ④ AM

- 중량물이 몸의 정면에서 몇 도 어긋난 위치에 있는지 나타내는 각도 A (Asymmetry Angle, 비대칭각. 단위 : 도. 바닥에 있어서의 양발목 중점을 각도계측의 중심으로 하고 몸의 정면에 중량물이 있는 경우를 0도, 몸의 바로 옆에 있는 경우가 90도가 됨)
- 여기서 정의한 비대칭각 A는 중량물의 위치를 가리키는 값이고, 실제의 몸이

비틀기 양을 나타내는 값은 아님

$$- AM = 1 - 0.0032 \times A \quad (0 \leq A \leq 135 \text{도})$$

$$= 0 \quad (A > 135 \text{도})$$

⑤ FM

- 들기 빈도 F(Lifting Frequency. 단위 : 회/분), 작업 시간 LD(Lifting Duration), 수직 위치 V(Vertical Location.)로부터 다음 표를 이용하여 결정

들기 빈도 F(회/분)	작업 시간 LD(Lifting Duration)					
	LD ≤ 1시간		1시간 < LD ≤ 2시간		2시간 < LD	
	V < 75cm	V ≥ 75cm	V < 75cm	V ≥ 75cm	V < 75cm	V ≥ 75cm
< 0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.94	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
> 15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

⑥ CM

- 중량물을 들기 쉬움에 관한 계수로, 결합타입(Coupling Type)과 수직위치 V (Vertical Location. VM에서 설명했음)로부터 다음 표를 이용하여 결정

결합 타입	수직 위치 V	
	V < 75cm	V ≥ 75cm
양 호(Good)	1.00	1.00
보 통(Fair)	0.95	1.00
불 량(Poor)	0.90	0.90

- ㉠ **양호(Good)** : 최적으로 설계된 용기(상자이나 운반용 나무상자 등)를 사용하면서, 최적의 손잡이나 손을 넣을 수 있는(Hand-hold cut-out) 용기 형태인 경우는 이것으로 분류(주1~3 참조). 또는, 용기에 넣어 운반하지 않을 것 같은 원재료 등이나 부드러운(Loose) 물건이나 부정형(Irregular)의 물건을 사용하면서 그것을 손으로 싸거나 쉽게 잡아서 드는 것이 용이하면 이것으로 분류(주6 참조)
- ㉡ **보통(Fair)** : 최적으로 설계된 용기를 사용하면서, 손잡이가 보통이거나 손을 넣을 수 있는 용기가 최적이 아니면 이것으로 분류(주1~4 참조). 손잡이가 보통이거나 손을 넣을 수 있는 용기가 아니거나, 부드러운 물건이나 부정형의 물건을 사용하면서, 손을 용기의 밑에 넣어 거의 90도 이상 굴곡시킬 수 있다면 이것으로 분류(주4 참조)
- ㉢ **불량(Poor)** : 최적으로 설계되지 않은 용기, 부드러운 물건, 부정형의 물건 등이 부피가 크고, 들기 힘들고, 각이 날카로운 물건의 경우에 이것으로 분류(주5 참조). 딱딱하지 않아서 들면 한 가운데가 튀어나와 버리는 것 같은 물건도 이것으로 분류

- 주1) 최적으로 설계된 손잡이란, 물건의 직경이 1.9~3.8cm, 물건의 길이가 11.5cm이상, 손잡이와 물건사이의 여유(Clearance)가 5cm이상, 물건의 형태가 원통형으로 표면은 매끈매끈하지만 미끄러지지 않는 것이다.
- 주2) 최적으로 설계된 손을 넣을 수 있는 용기란, 손을 넣을 수 있는 폭이 3.8cm이상, 길이가 11.5cm이상, 반 타원형(Semi-oval), 물건과의 사이의 여유(Clearance)가 5cm이상, 매끈매끈하지만 미끄러지지 않고, 두께가 0.6cm이상(예, 골판지의 2배의 두께)이라는 것이다.
- 주3) 최적으로 설계된 용기란, 가로가 40cm이하, 높이가 30cm이하로, 매끈매끈하지만 미끄러지지 않는 표면의 것을 말한다.
- 주4) 바닥으로부터 골판지상자를 드는 경우, 상자의 밑에 약 90도 굴곡시켜 드는 것이 가능해야 한다.
- 주5) 가로가 40cm보다 길거나, 높이가 30cm보다 높고, 거칠거나 미끄러지기 쉬운 표면, 각이 날카로운 상자, 밸런스가 맞지 않고, 불안정한 내용물, 장갑을 사용할 필요가 있는 경우의 용기는 최적으로 설계되었다고 할 수 없다. 부드러운 물건은 손으로 잡는 밸런스를 취하기 힘든 부피가 큰 것을 말한다.
- 주6) 손목이 과도하게 꺾이거나, 부자연스러운 자세 없이 물건을 드는 경우와 잡는데 쓸데없는 힘이 들어가는 것 같은 것이 없는 경우를 말한다.

(5) 활용 방법

- ① RWL은 해당 조건에서 이상적으로 안전한 최대 권장 중량
- ② LI (Lifting Index) = 실제 중량 ÷ RWL
  - LI ≤ 1 → 허용 가능한 작업
  - LI > 1 → 위험 증가, 개선 필요
- ③ HM 개선 : 물체를 몸 가까이 두기
- ④ VM·DM 개선 : 작업대를 조정해 적절한 높이(예: 허리 높이)에서 작업하고, 들기 작업 시점과 종점 사이 거리를 줄임
- ⑤ AM 개선 : 비틀림 최소화, 회전 대신 몸통 이동으로 몸통 비틀림 최소화
- ⑥ FM 개선 : 빈도 조절 및 휴식 제공
- ⑦ CM 개선 : 손잡이, 포장 개선 등 쥐기 보완

8.2 인간공학적 작업부하 평가방법

(1) 관찰적 작업자세 평가기법

작업 장면을 관찰/촬영하여 전신(OWAS, RULA, REBA, QEC 등) 또는 손 중심 작업(SI, ACGIH Hand Activity TLV)으로 분석하여 작업부하를 평가하고 조치

(2) 작업 특성별 부하 평가 기법

들기 작업 혹은 진동 등 작업 특성에 따라 특정항목 평가(RNLE, 스눅 테이블(Snook table), ACGIH Hand Arm/Whole-Body Vibration TLVs 등)

(3) 실험적 작업 부하 평가 기법

실험실에서 전용 장비를 사용하여 인체 역학적(근력, 관절 모멘트 등) 또는 생리학적(심박수, 근전도 등) 작업부하 평가

8.3 작업물 들기작업의 평가 규정

(1) 무게 또는 빈도

(가) 들어 올리는 물체의 무게와 작업의 반복 빈도(Repetition rate)를 파악한다.

(나) <그림 4>에 제시된 그래프에서 해당하는 컬러밴드를 찾아 컬러밴드 및 해당 점수를 점수표에 적는다. 보라색이면, 작업에 대한 면밀한 검토가 필요하며, 부상 위험이 심각하다는 것을 뜻한다. 특히 한 작업자가 작업물의 전체 무게를 지탱해야 한다면 더욱 그러하다. 인력운반 작업이 가벼운 무게를 처리하지만 빈도가 높은 경우 녹색 구역에 해당하지만, 상지 질환의 발생 위험이 있다.

(다) 추가적인 평가가 필요하다면 “작업 관련 상지 질환(Upper limb disorders in the workplace)”을 고려해야 한다.

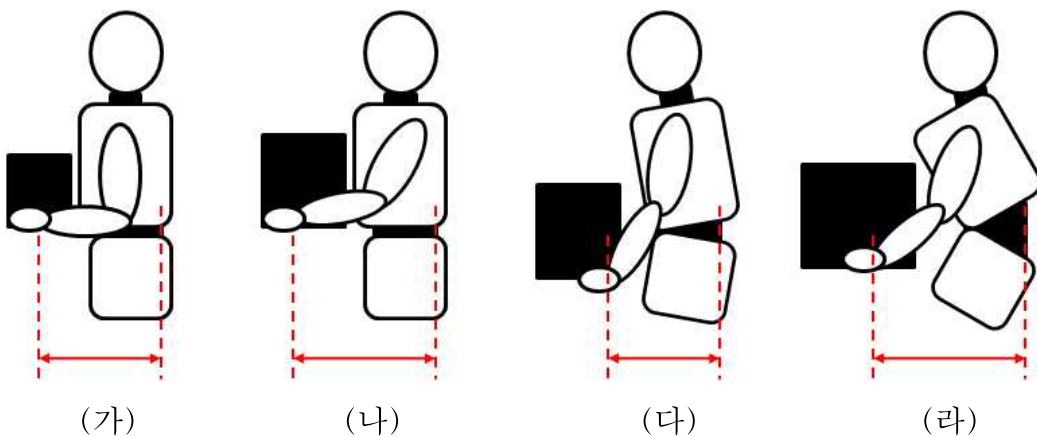
(2) 허리에서 손까지의 거리

작업을 관찰하고 작업자의 손과 허리 사이의 수평적 거리를 검토한다. 항상 ‘합리적으로 예견 가능한 최악의 사고 상황(이하 ‘최악의 시나리오’)'를 평가하고 다음을 바탕으로 평가를 한다.

(가) 가까움 : 상체가 똑바른 자세이며 윗팔이 몸통에 붙은 채 수직 하방으로 향하고 아랫팔이 윗팔과 수직으로 일직선을 유지함 (G/0), <그림 2> (가) 참조.

(나) 보통 : 어깨가 0° 이상 굴곡되어 팔이 몸에서 떨어짐 (A/3), <그림 2> (나) 참조  
보통: 상체가 앞으로 숙여짐 (A/3), <그림 2> (다) 참조.

(다) 멀: 어깨가 0° 이상 굴곡되어 팔이 몸에서 떨어지며 상체가 앞으로 숙여짐 (R/6), <그림 2> (라) 참조.



<그림 2> 허리에서 손까지의 거리

(3) 수직으로 들어 올림

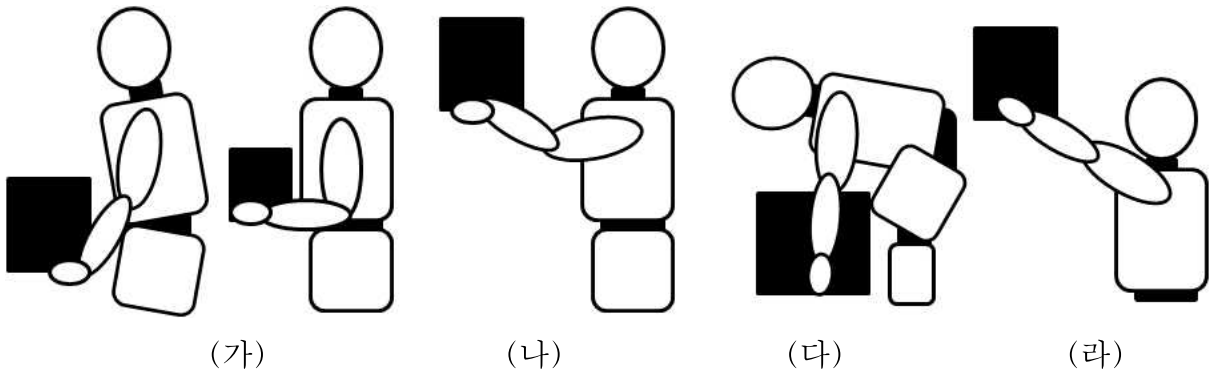
들기를 시작할 때 및 작업이 진행됨에 따른 작업자 손의 위치를 관찰한다. 항상 ‘최악의 시나리오’를 평가하고 다음을 규정으로 사용한다.

(가) 무릎 위 및 팔꿈치 높이 사이 (G/0), <그림 3> (가) 참조.

(나) 무릎 아래 또는 팔꿈치 높이 위 (A/1), <그림 3> (나) 참조.

(다) 바닥높이 또는 바닥보다 낮음, <그림 3> (다) 참조.

어깨 높이 또는 그 이상 (R/3), <그림 3> (라) 참조.



<그림 3> 작업물의 들기작업 높이

(4) 상체 돌리기 및 옆으로 굽히기

(가) 작업물을 들어 올릴 때 작업자의 상체를 관찰한다.

(나) 엉덩이와 허벅지와 비교하여 상체가 돌아가거나, 들어 올릴 때 작업자가 한쪽으로 기울어지면, 컬러밴드는 황색이며 해당하는 점수는 1이다.

(다) 들어 올릴 때 상체가 돌아가고 동시에 한쪽으로 기울어지면, 적색이며 해당하는 점수는 2이다.

(5) 자세의 제한

(가) 작업자의 움직임이 방해받지 않으면, 녹색이며 점수는 0이다.

(나) 공간적 제약 (예를 들면, 팔릿화물(Pallet load)과 호퍼(Hopper)간 간격이 좁음) 또는 작업장 설계 (예를 들면, 모노레일 컨베이어가 너무 높이 있는 경우 등) 때문에 들어 올리는 작업 시 자세가 제한된다면, 황색이며 점수는 1이다.

(다) 자세가 심각하게 제한된다면 적색이며 점수는 3이다 (예를 들면, 수화물 보관과 같이 한정된 공간 내 작업 등).

(6) 작업물의 쥐기(Grip)

<표 4> 작업물의 쥐기 - 들기(Lifting)작업

우수 (G/0)	보통 (A/1)	미흡 (R/2)
컨테이너에 적절한 손잡이가 있으며, 목적에 부합함	컨테이너에 손잡이가 있거나 불편함	컨테이너의 설계가 부실하며, 부품이 단단히 고정되어 있지 않고, 작업물들이 불규칙적이고, 크기가 크거나 다루기 어려움
느슨한(Loose) 부품들이 편안히 질 수 있게 해줌	손가락이 컨테이너 밑에서 90도 각도로 움켜잡아야 함	작업물들이 단단하지 않거나 무게가 예측 불가능함

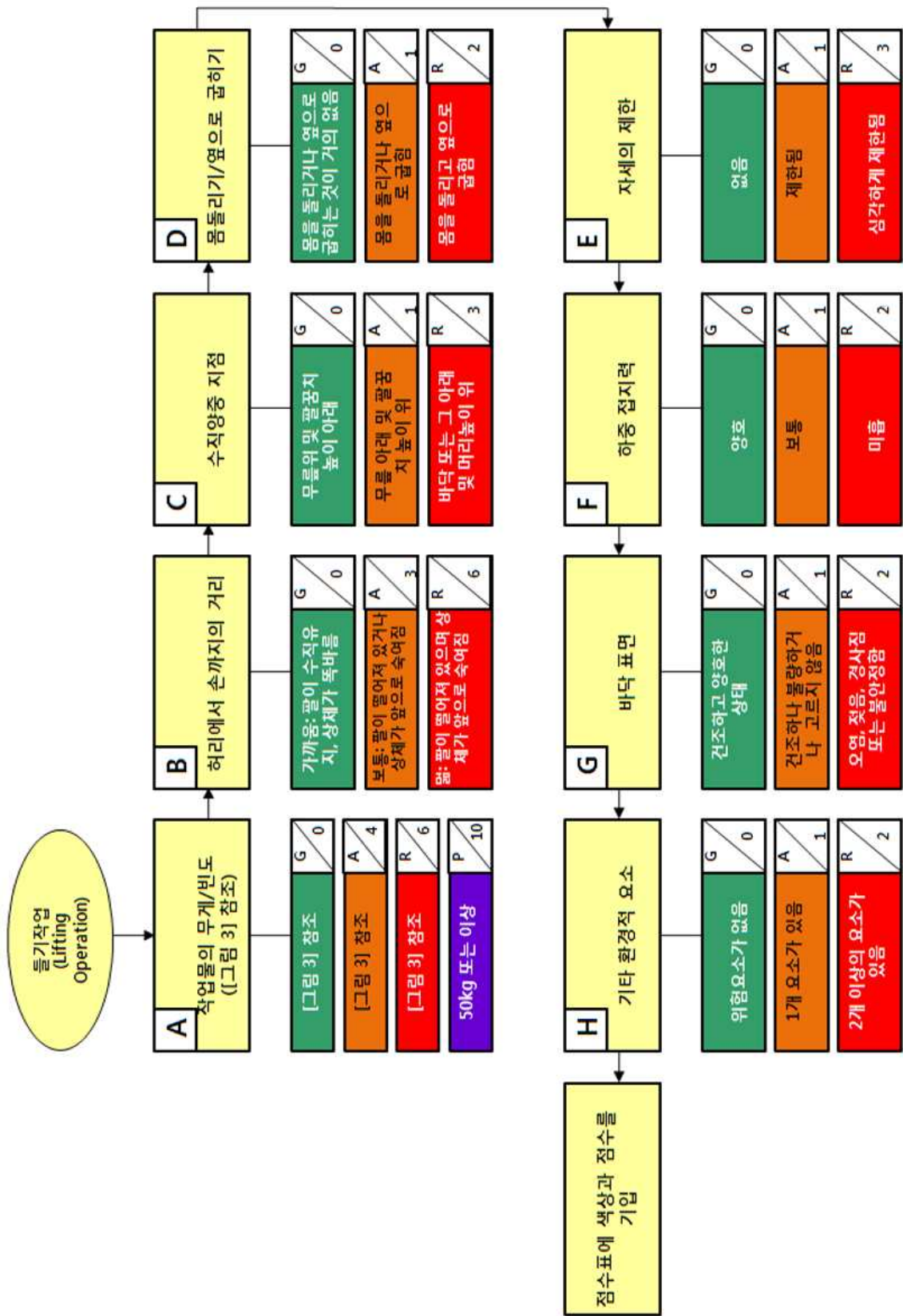
(7) 바닥표면

<표 5> 바닥 표면 - 들기작업

우수 (G/0)	보통 (A/1)	미흡 (R/2)
좋은 상태를 유지하며 건조하고 깨끗한 바닥	바닥은 건조하나, 낡거나 평평하지 않는 등 상태가 좋지 않음	바닥이 오염 또는 젖어 있거나 경사가 심하거나, 발 디디고 서있기 불안정함

(8) 기타 환경적 요소

(가) 작업물을 들어 올리는 작업이 극한의 온도, 공기의 유동이 심한 곳, 또는 극한의 조명 조건 (지나치게 어둡거나 밝음)에서 실시되면 작업환경을 관찰하고 점수를 준다. 위 위험성 중 하나라도 발견되면 점수는 1이며, 두 개 이상의 위험성이 있으면 점수는 2이다.



<그림 4> 작업물 들기작업 평가표

## 8.4 작업물 운송작업의 평가 규정

### (1) 무게 및 빈도

(가) 작업물 운송 작업의 무게 및 빈도를 파악한다.

(나) <그림 8>에 제시된 그래프에서 해당하는 컬러밴드를 찾아 컬러밴드 및 해당 점수를 점수표에 적는다. 보라색이면, 작업에 대한 면밀한 검토가 필요하며, 부상 위험이 심각하다는 것을 뜻한다.

(다) 특히 한 작업자가 작업물의 전체 무게를 운반해야 한다면 더욱 그러하다.

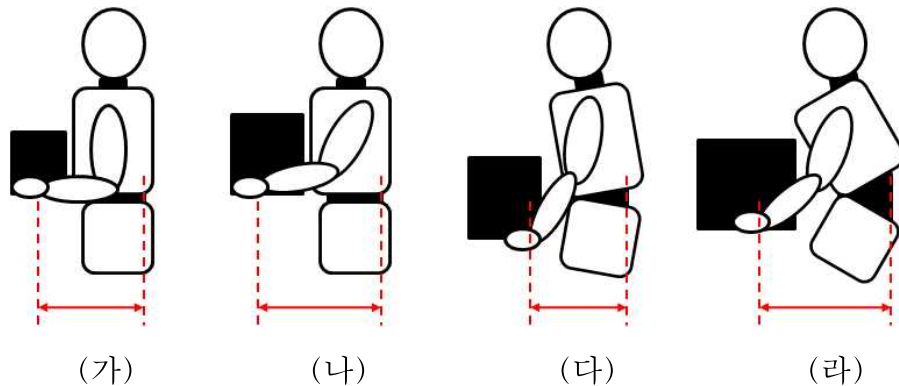
### (2) 허리에서부터 손까지의 거리

작업을 관찰하고 작업자의 손과 허리 사이의 수평적 거리를 검토한다. 항상 ‘최악의 시나리오’를 평가한다. 다음을 바탕으로 평가를 한다.

(가) 가까움: 상체가 똑바른 자세이며 윗팔이 몸통에 붙은 채 수직 하방으로 향하고 아랫팔이 윗팔과 수직으로 일직선을 유지함 (G/0), <그림 6> (가) 참조.

(나, 다) 보통: 어깨가 0° 이상 굴곡되어 팔이 몸에서 떨어짐 (A/3), <그림 5> (나) 참조.  
상체가 앞으로 숙여짐 (A/3), <그림 5> (다) 참조.

(라) 멀: 어깨가 0° 이상 굴곡되어 팔이 몸에서 떨어지며 상체가 앞으로 숙여짐 (R/6), <그림 5> (라) 참조.



<그림 5> 허리에서 손까지의 거리

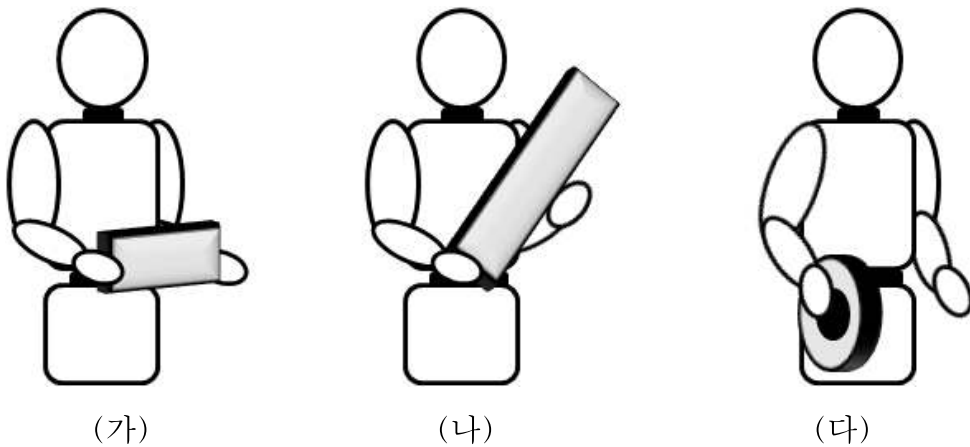
(3) 비대칭적 상체 및 작업물

작업자의 자세 및 작업물의 안정성은 근골격계질환과 관련된 위험 요소이다. 다음을 바탕으로 평가를 한다.

(가) 작업물과 손이 상체 앞에서 대칭을 이룸 (G/0), <그림 6> (가) 참조.

(나) 작업물과 손이 비대칭적이며, 몸이 반듯한 자세를 유지함 (A/1), <그림 6> (나) 참조.

(다) 작업물을 한 손으로 옆으로 운반함 (R/2), <그림 6> (다) 참조.



<그림 6> 비대칭적 상체/작업물

(4) 자세의 제한

(가) 작업자의 움직임이 방해받지 않으면, 녹색이며 점수는 0이다.

(나) 운송작업 시 자세가 제한된다면 (예를 들면, 통로가 좁아서 통과할 때 작업물을 돌리거나 움직여야 함), 황색이며 점수는 1이다.

(다) 자세가 심각하게 제한된다면 적색이며 점수는 3이다 (예를 들면, 지하저장고와 같이 천장이 낮아서 몸을 앞으로 굽힌 상태에서 운송해야 함).

(5) 작업물의 쥐기

<표 6> 작업물의 쥐기 - 운송작업

우수 (G/0)	보통 (A/1)	미흡 (R/2)
컨테이너에 적절한 손잡이가 있으며, 목적에 부합함	컨테이너에 손잡이가 있으나 불편함	컨테이너의 설계가 부실하며, 부품이 단단히 고정되어 있지 않고, 작업물들이 불규칙적이고, 크기가 크거나 다루기 어려움
느슨한 부품들이 편안히 질 수 있게 해줌	손가락이 컨테이너 밑에서 90도 각도로 움켜잡아야 함	작업물들이 단단하지 않거나 무게가 예측불가능함

(6) 바닥 표면

<표 7> 바닥 표면 - 운송작업

우수 G/0)	보통 (A/1)	미흡 (R/2)
좋은 상태를 유지하며 건조하고 깨끗한 바닥	바닥은 건조하나, 낡거나 평평하지 않는 등 상태가 좋지 않음	바닥이 오염되거나/젖어 있거나 경사가 심하거나, 발 디디고 서있기 불안정함

(7) 기타 환경적 요소

(가) 운송작업이 극한의 온도, 공기의 유동이 심한 곳, 또는 극한의 조명 조건 (지나치게 어둡거나 밝음)에서 실시되면 작업환경을 관찰하고 점수를 매긴다.

(나) 위험성 중 하나라도 발견되면 점수는 1이며, 두 개 이상의 위험성이 있으면 점수는 2이다.

(8) 운송 거리

작업을 관찰하며, 운송 총 거리를 측정한다. (“일직선”을 뜻하는 것이 아님).

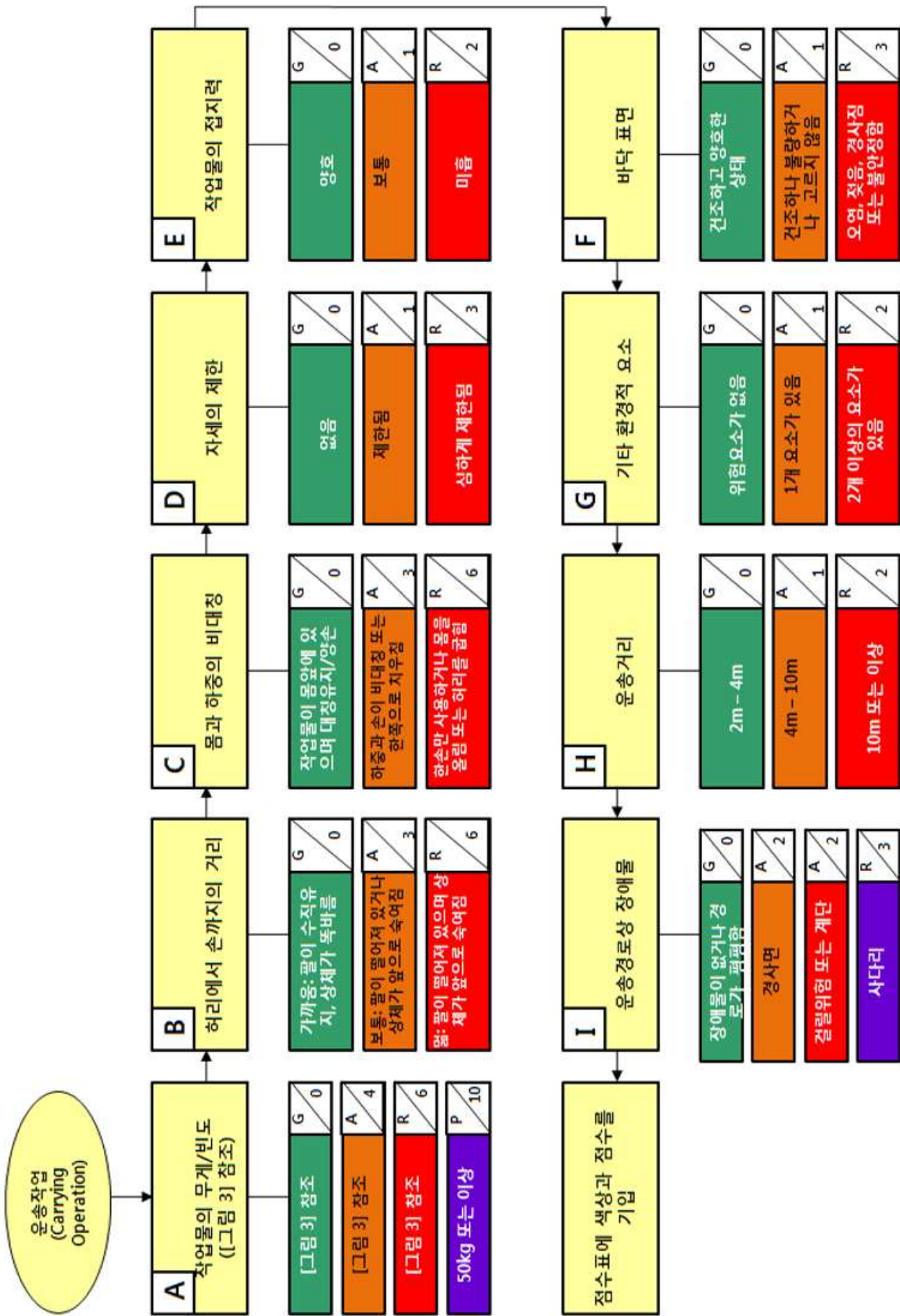
(9) 운송 경로에 위치한 장애물

(가) 운송 경로를 관찰한다.

(나) 작업자가 경사가 심한 곳, 층계 위로, 닫힌 문을 거쳐서, 또는 걸려 넘어질 수 있는 위험 요소 주변을 거쳐 가야 한다면, 컬러밴드는 황색이며 점수는 2이다.

(다) 사다리를 올라가야 한다면 적색 및 점수 3이 적용된다.

(라) 만약 작업에 하나 이상의 위험이 있다면 (예를 들면, 경사가 심한 곳을 지나 사다리를 올라감) 점수를 모두 더한다. 사다리 높이 데이터 및/또는 각도를 평가표에 별도로 기입한다.



<그림 7> 작업물 운송작업 평가표

<표 8> 인력운반 작업평가 점수표

인력운반 작업 평가표를 사용하여 각 위험요소에 해당 컬러밴드와 점수 기입.						
위험요소	컬러밴드 (G, A, R 또는 P)			점수		
작업물 무게 및 들기/운송빈도						
허리부터 손까지 거리						
수직들기 위치						
몸통회전/옆방향 굽힘 비대칭 몸통/적재물 (운송작업)						
자세의 제한						
작업물의 쥐기						
바닥표면						
기타 환경적 요소						
운송거리						
운송경로 중 장애물 (운송작업)						
기타 위험요소 (개인, 심리적 요소 등)	총점					

#### 8.4.1 이동

화물이 신체 반대편에 있고, 쉬지 않고 약 10m 거리 이내로 옮겨지는 곳에서의 이동<sup>주3)</sup> 작업에서 만일 화물의 이동거리가 더 길거나 손이 무릎높이 아래에 있게 될 경우에는 보다 자세한 위험평가가 이루어져야 한다. 화물이 어깨 위에서 안전하게 옮겨지는 곳에서는 10m 초과되는 거리의 경우에도 이 기술규정이 적용될 수 있다.

주3) “이동”의 수치는 HSE Guidance의 “Guidance notes on manual handling operations”에 제시되어 있는 수치이며, 현장에서 적용할 때 한국인 신체와 맞지 않을 수 있으므로 주의해야 한다.

#### 8.4.2 밀고 당김

밀고 당기는<sup>주4)</sup> 작업에서는 손의 힘이 무릎과 어깨 사이에 작용되어야 한다. 남성의 경우 약 25kg의 힘, 여성의 경우 약 15kg의 힘이 짐을 밀고 당기기 시작하고 또 멈추는데 작용된다. 또한 짐을 움직이는 데는 남자는 약 10kg, 여자는 약 7kg의 힘이 사용된다. 이 때 화물을 밀고 당기는데 명확한 거리 제한은 없으며 적절한 휴식도 가능하다.

주4) “밀고 당김”의 수치는 HSE Guidance의 “Guidance notes on manual handling operations”에 제시되어 있는 수치이며, 현장에서 적용할 때 한국인 신체와 맞지 않을 수 있으므로 주의해야 한다.

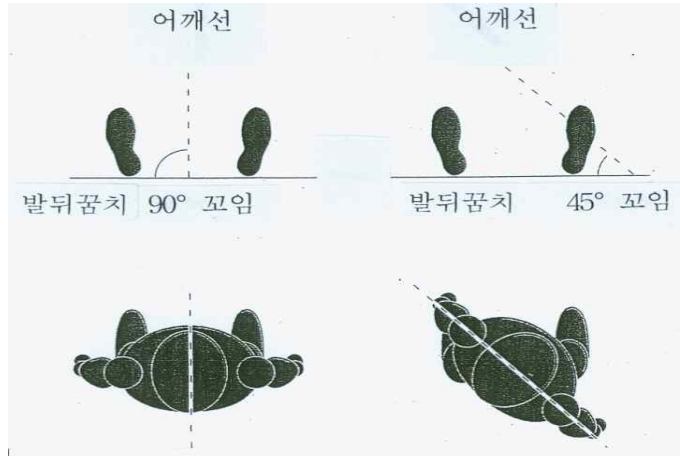
#### 8.4.3 앉아서 하는 작업

앉아서 하는 작업 시 허용 가능한 작업 중량<sup>주5)</sup>은 남성의 경우 약 5kg, 여성의 경우 약 3kg가 적용되어야 한다. 이때는 손이 표시된 위치 내에 있을 때만 적용되고 그것을 벗어나면 유효하지 않으므로 보다 상세한 기술규정이 만들어져야 한다.

주5) 앉아서 하는 작업 시 허용 가능한 작업 중량 수치는 HSE Guidance의 “Guidance notes on manual handling operations”에 제시되어 있는 수치이다.

#### 8.4.4 작업 시 몸의 뒤틀림

인력작업 시에는 몸의 뒤틀림(Twisting) 현상이 자주 일어나고, 이것은 재해위험을 높인다. 따라서 이에 대한 상세한 위험평가가 이루어져야 한다. 그러나 이 작업의 빈도가 극히 적거나 자세에 별 문제가 없으면 움직임을 천천히 한다. 그런 경우에 <그림 8>에서 제시된 기술규정은 조금 작게 하는 것이 좋다. 즉, 뒤틀림 각도가 45° 정도일 때는 약 10%, 90° 정도일 때는 약 20% 정도 줄일 수 있다.



<그림 8> 작업 시 몸의 뒤틀림

주7) <그림 8>의 수치는 HSE Guidance의 “Guidance notes on manual handling operations”에 제시되어 있는 수치이다.

주8) <그림 8> 출처 : Manual handling operations regulations 1992 (as amended), Guidance on regulations, 2004

#### 8.4.5 포대 취급작업

##### 8.4.5.1 포대의 특성과 위험성

(1) 포대 취급은 일반적으로 비정형 자재나 물품의 운반, 보관, 적재를 위하여 사용된다<그림 9>.



<그림 9> 포대 취급의 일반적인 형태

(2) 포대 취급은 모래 등이 담긴 포대를 겹쳐 쌓아서 임시적인 둑이나 방호벽, 가설 계단 등을 만드는 작업형태로도 이용된다.

(3) 포대의 형태는 다양하며 일차적인 사용 이후 폐기물의 수집이나 타 물품 및 자재의 이동 및 보관을 위해 재사용되는 경우가 많다.

(4) 운반 작업은 무게나 크기에 따라 작업자가 포대를 직접 들고 이동하거나, 포대를 작업장 내 물품 운반기계에 적재하여 운반하는 형태로 이루어진다.

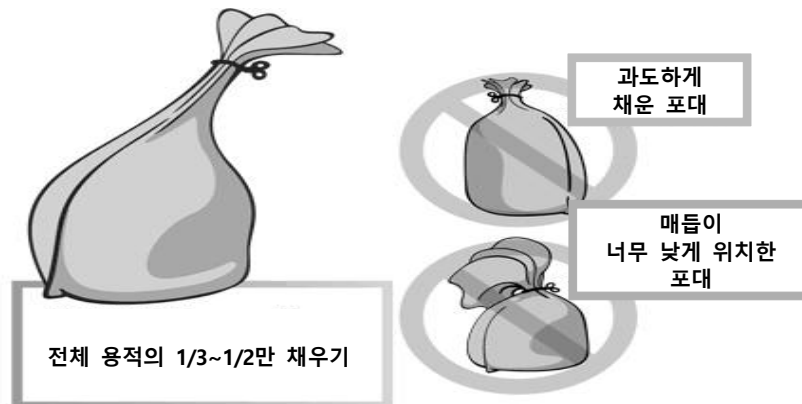
### 8.4.5.2 안전한 포대 취급방법

- (1) 작업을 하는 장소에 추락, 전도, 감전 등의 위험요인이 있는지를 확인하고 안전한 곳에서 작업을 실시한다.
- (2) 포대를 바닥에 놓은 상태에서 작업을 하게 되면 과도하게 허리를 구부리게 되므로, 작업대 등을 사용하여 포대 입구의 위치가 작업자의 무릎과 허리 사이에 위치하도록 한다.
- (3) 채우기 작업은 2인 1조로 실시하며, 1인은 포대의 입구를 벌린 상태로 유지하고, 다른 1인이 포대를 채우도록 한다. 작업은 최소 20분~30분 간격으로 역할을 바꾸어가며 실시한다<그림 10>.



<그림 10> 2인 이상 포대작업

- (4) 포대에 물품 및 자재를 과도하게 채우지 않도록 하고, 많이 채우지 않아 포대의 상단부가 많이 남은 경우에는 남아있는 상단부를 접어서 둥글게 말아 포대를 묶거나 매듭을 만들도록 한다. 포대에는 전체 용적의 1/3 - 1/2만 채우도록 하고 과도하게 담지 않도록 한다<그림 11>.



<그림 11> 포대의 올바른 매듭 위치

- (5) 포대의 표면에 표시된 최대적재중량을 지켜야 하며, 포대 표면에 최대적재중량이 표시되어 있지 않다면, 포대의 크기와 재질에 따른 최대적재중량을 포대의 표면에 표시하고, 이를 준수하여야 한다.
- (6) 물품이나 자재가 포대를 손상시킬 우려가 있거나, 포대 밖으로 튀어나와 위해를 가할 수 있는 뾰족한 물체를 운반할 때에는 포대 사용을 금지하며 작업 전에 면밀히 점검한 후 작업을 시행한다.

### 8.4.5.3 포대 적재 방법

- (1) 포대는 최대한 평평하게 하고, 포대를 채우고 있는 자재가 포대 전체에 고루 퍼져 무게를 분산되도록 한다. 포대의 높이는 균형을 잃지 않을 정도로 쌓으며, 높이 쌓아야 할 경우에는 적재 하단부에 포대를 넓게 배치하고, 상층으로 갈수록 표면적이 좁아지는 형태로 쌓아 안정적인 균형을 가질 수 있도록 한다.
- (2) 포대를 여러 층으로 쌓을 때에는 적재물이 균형을 잃지 않도록 포대 내부의 적재물의 위치를 고루 퍼서 하층의 포대와 상층의 포대 접촉면을 최대한 넓고 평탄하게 하고, 상하부에서 서로 접촉하는 포대의 위치가 엇갈리도록 적재하여 포대가 무너져 내릴 가능성을 낮추어야 한다.
- (3) 포대 내 자재가 상단의 포대 무게로 인해 포대 밖으로 누출되지 않도록 매듭을 단단히 묶어야 하며, 포대의 표면이 손상되어 자재의 유출 가능성이 존재하는 포대는 사용하지 않아야 하고 적재된 포대의 전도를 막을 수 있는 보조 끈이나 그물망 등을 사용하여 안정성을 높일 수 있도록 한다.
- (4) 포대를 들거나 놓을 때 몸이 중심을 잃지 않도록 하고, 포대가 손이나 몸통에 끌리지 않도록 한다.
- (5) 날카롭거나 뾰족한 물품이 들어 있어서 무게에 의해 포대 표면이 손상될 우려가 있을 경우에는 복층 적재를 하지 않도록 한다.
- (6) 포대가 비틀어지거나 휘어진 상태로 적재되지 않도록 한다.

## 9. 인력작업 시 재해위험 예방대책

인력작업을 피할 수 없을 때는 재해위험을 최저 수준으로 낮추기 위해 적절한 조치를

취하는 것은 예방대책의 일부로써 필요하다. 인력작업의 성격이 다양하기 때문에 위험을 줄이기 위한 가장 적절한 조치도 각각의 경우에 따라 다를 것이다. 다음에 제시된 위험 감소방안은 재해위험을 줄이기 위해 취해질 수 있다.

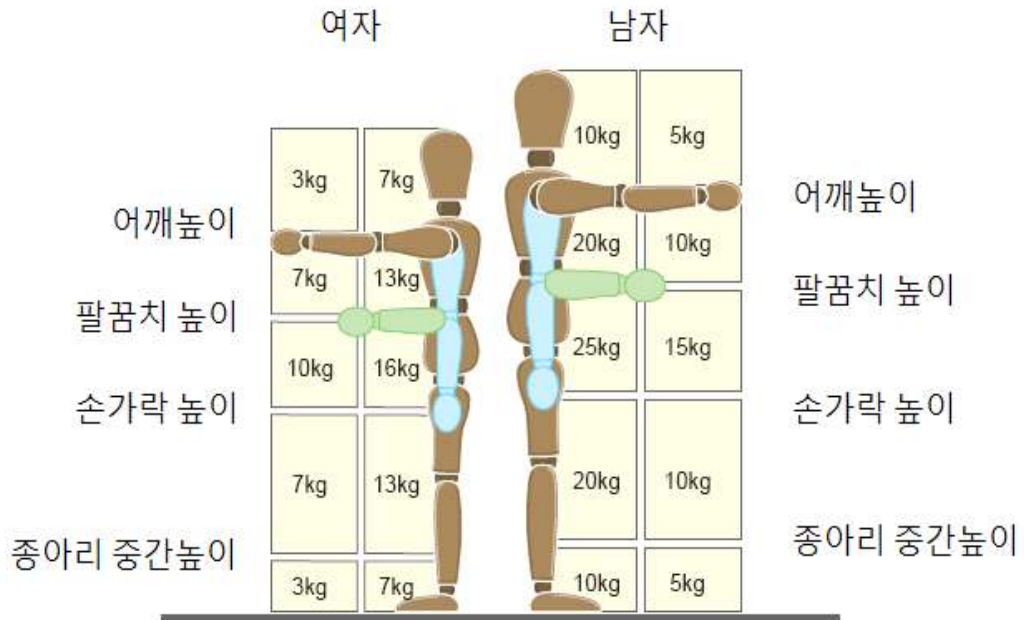
## 9.1 일반적인 위험 예방대책

- (1) 인간공학
- (2) 장비의 일부 사용
- (3) 안전 관련 기술규정의 사용
- (4) 작업장의 배치 개선
- (5) 보다 효율적인 신체의 사용
- (6) 일상적인 작업 개선
- (7) 인력작업의 팀별 수행
- (8) 화물의 경량화
- (9) 화물의 소형화 및 관리의 편리성 향상
- (10) 화물잡기의 수월성 개선
- (11) 화물의 안정성 향상
- (12) 공간상의 장애물 제거
- (13) 바닥표면의 안전성 확보
- (14) 작업환경 개선
- (15) 작업자 개인의 상황에 대한 고려

## 9.2 상황별 위험 예방대책

### 9.2.1 화물의 적재 및 적하

화물을 적재하고 적하할 때는 우선 양손으로 잡기 쉬워야 하고 작업자의 작업자세 및 주위환경이 양호해야 한다. 작업자의 서 있는 높이와 손의 길이 그리고 이에 상응하는 적합한 화물 무게는 <그림 12>와 같다.



<그림 12> 팔의 높이 별 허용 무게

주9) <그림 12>의 수치는 HSE Guidance의 “Guidance notes on manual handling operations”에 제시되어 있음

주10) <그림 12> 출처 : Manual handling operations regulations 1992 (as amended), Guidance on regulations, 2004

<그림 12>는 대략 시간당 30회의 작업을 기준으로 한 중량으로 그 이상의 작업 시에는 위의 값을 낮추어 적용해야 한다. 즉, 작업이 분당 한 번 혹은 두 번 반복되면 30%, 분당 5~8회 반복되면 50% 그리고 분당 12회 이상이면 80% 정도 을 낮추어 적용해야 한다. 그런데 작업자가 작업속도를 조절하지 못하거나 휴식을 위해 정지할 수 없거나 혹은 다른 근육을 사용함으로써 바꾸지 못할 때 그리고 작업자가 일정 시간 동안 화물을 지지해야만 할 때는 보다 자세한 위험평가가 이루어져야 한다.

## 9.3 교육훈련

인력작업에 대한 체계적인 교육훈련은 근골격계질환과 재해위험성을 줄이기 위한 기본 수단이다. 사업주는 신규 채용, 작업 내용·공정·장비 변경, 위험성평가 결과에 따른 개선이 필요한 경우 등에 정기적으로 교육훈련을 실시하여야 한다. 교육 내용에는 올바른 들어

올리기 및 운반 자세, 작업계획 수립 방법, 작업 전·후 준비운동, 인력보조도구 및 기계화 설비의 올바른 사용법, 위험요인의 인지와 보고 절차 등이 포함되도록 한다.

교육은 이론 위주가 아니라 실제 작업 환경에서의 시범, 실습, 피드백을 포함하여 작업자가 현장에서 바로 적용할 수 있도록 구성하는 것이 바람직하다.

또한, 교육훈련만으로 모든 종류의 위험을 충분히 줄일 수 있는 것은 아니므로, 작업공정 설계·작업환경 개선·기계화 및 보조기구 도입 등 다른 예방조치와 함께 시행하여야 한다. 또한 각 작업의 특성과 개별 작업자의 체력, 숙련도, 기존 재해 여부 등을 고려하여 교육 내용과 방법을 조정하는 것이 필요하다.

#### 9.4 모니터링과 검토

위험성을 줄이기 위해 도입된 방안들은 재해 방지에 효과적인 것인가를 확인하기 위해 정기적으로 모니터링되어야 한다. 또한 인력작업 평가도 검토되어야 하는데 이는 그 평가가 더 이상 유효하지 않을 수도 있는 개연성이 있기 때문이다. 또한 보고할 만한 재해가 발생하면 인력작업 평가는 검토되어야 하고, 이 경우 그 시간에 그 작업에 책임 있는 감독관은 해당 사항에 대한 보고서를 제출해야만 한다.

#### 9.5 관리감독자와 작업자의 의무

관리감독자는 인력작업을 하고 있는 작업자가 위험평가 과정 동안 상담 받고, 안전한 작업 방법에 대한 그들의 견해가 고려될 수 있도록 보장하여야 한다.

관리감독자는 또한 작업자에게 평가과정의 결과에 대해 공지하여야 하고, 충분한 정보와 지시사항, 훈련 그리고 안전한 활동이 이루어 질 수 있도록 보장하여야 한다. 한편 근로자가 확실히 이행하여야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 근로자들은 안전한 인력작업에 대하여 기술상 제공되는 모든 지시사항과 훈련을 받아들여야 한다.
- (2) 불안정한 인력작업을 수행함으로써 자기 자신은 물론 타인의 건강과 안전을 위험 속에 방치해서는 안 된다.
- (3) 인력작업을 없애거나, 줄이기 위해 제공되는 장비들을 사용해야 한다.
- (4) 인력작업을 하는 능력에 영향을 미칠 수 있는 육체적, 의학적 상태를 포함하는 문제들을 관리감독자에게 보고해야만 한다.

## 9.6 위험성평가

인력작업에 대한 초기의 평가에서 재해 위험이 있다고 결정되면 보다 특별한 평가가 작업, 화물, 작업환경 그리고 개인능력 등의 요소를 고려하여 이루어져야한다. 상세한 평가는 단지 그것들에 대해 지식이 있는 사람에 의해서만 이루어져야 한다. 그러므로 이것은 인력작업 평가 훈련과정을 이수한 사람으로만 한정되어야 한다.

## <부록 1 : 인력운반작업 절차예시>

### 1. 박스형 화물 운반

가. 작업자가 들 수 있는 중량인가 파악 한다.

- (1) 일시 작업 시 (시간당 2회 이하)
  - 권장사항에 따라 1인 운반중량을 제한함
- (2) 계속 작업 시(시간당 3회이상)
  - 권장사항의 1/2로 줄임
- (3) 운반중량을 파악하고 운반횟수, 거리, 운반대상물과 운반자의 위치 등을 고려하여 인력운반 한계허용중량을 계산, 적용
  - 인력운반 한계허용중량은 운반자로부터 수평·수직·운반거리 및 운반횟수 등 제 요소를 고려하여 산정

나. 운반화물의 상태 및 필요한 보호구를 파악한다

- (1) 화물 표면의 거칠음, 날카로움, 뜨거움, 차가움
- (2) 내용물의 무게중심의 유동성, 반발성(폭발, 발열, 가스)깨짐 가능성 여부

다. 운반 경로 및 목적지에서 장애물의 유무를 파악한다.

- (1) 운반 경로상의 온도, 조명 등의 적절 여부
  - 운반작업이 행하여지는 작업장소의 온도, 습도, 환기를 적절하게 유지하고 작업장소 및 운반경로 상에 있는 기계류 등의 형태를 명확히 볼 수 있도록 적정 조도를 유지
- (2) 못 등 걸림요소, 바닥의 요철 등 운반 경로상의 동 하중 증가 요인 확인 및 제거
- (3) 운반 경로상의 통로 폭은 화물의 폭을 제외하고 60cm이상의 폭을 확보

라. 앞발과 뒷발 사이를 적절히 벌려 운반 대상물이 그 사이에 놓이게 하여 몸의 무게중심과 대상물의 무게중심이 가능한 일치되게 한다.

마. 시선을 대상물의 무게중심에 두고 허리를 지면에 직각이 되게 하면서 천천히 다리를 굽혀서 대퇴부와 정강이 사이의 각도를 90도로 유지한다.

바. 대상물의 무게중심을 고려하여 대칭이 되도록 두손 전체로 짝 움켜쥐고 들 수 있는지 일단 5-10cm정도 들어본다.

사. 다리 힘으로 들어 올리면서 턱은 앞쪽으로 당기고 허리를 바로 펴고 시선은 전방으로 목적지를 향하여 본다.

아. 들어 올린 후에는 몸 쪽으로 대상물을 붙여서 팔과 몸으로 무게를 분산한다.

## 2. 쇠파대 등 장척물의 1인 운반

가. 운반가능한 중량인가 파악한다.

나. 운반 경로 및 장애물 유무를 확인한다.

다. 대상물의 특성에 따라 필요한 보호구를 확인, 착용한다.

라. 전체 장척물 길이의 1/2되는 지점에 얇은 각목을 받쳐 놓고 감싸 잡는다.

바. 허리를 편 상태에서 정강이와 대퇴부사이의 각도를 90도 이상 유지하면서 다리의 힘으로 일어선다.

사. 장척물을 60도이상의 각도로 세우면서 그 사이에 한쪽다리를 구부려 허벅지에 대어 받침대로 삼는다.

아. 대상물의 중심에 대칭을 잡고 다리 힘으로 선다.

## 3. 쇠파대 등 장척물의 2인 운반

가. 기본 운반 절차는 쇠파대 등 장척물의 1인 운반의 경우와 동일하게 실시한다

나. 장척물의 한쪽 끝에 A(리더 : 앞에 서는 사람)가 위치하고 같이 운반하는 사람 B는 A쪽 끝에서 전체 장척물 길이의 1/4되는 곳에 위치한다.

다. A리더의 신호(구령)에 맞춰 함께 들어서 B의 어깨 위에 올린다.

라. A리더는 다른 한쪽으로 이동하여 다른쪽 끝으로부터 전체 길이의 1/4되는 곳에서 B와 같이 어깨에 올린다.

마. A리더의 신호에 맞춰 일어선다.

바. A리더의 신호에 맞춰 같은 쪽 발을 뗀다.

사. 내려 놓을 때에는 역순으로 실시한다.

#### 4. 둥근 링 모양의 물체 운반

가. 운반 기본자세를 항상 유지하면서 다음과 같이 운반한다.

나. 링을 일으켜 세운다.

다. 허벅지에 붙이고 손은 링의 양 끝단을 잡는다.

라. 한쪽 다리의 무릎을 펴면서 구부러진 다리의 허벅지를 받침점으로 회전시킨다.

마. 양 대칭으로 잡아 양쪽 허벅지에 링을 올려 놓는다.

바. 링의 밑 부분을 잡고 가슴 쪽으로 살짝 기대어 3점 지지로 한다.

사. 다리 힘으로 일어나서 3점 회전을 한다.

아. 허벅지로 밀어 올리듯이 작업대위에 놓고 몸의 힘으로 밀어 놓는다.

## <부록 2 : 주요 보조기구>

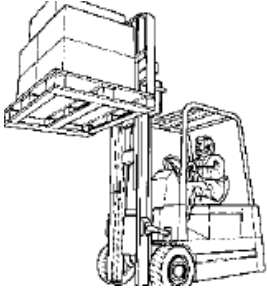

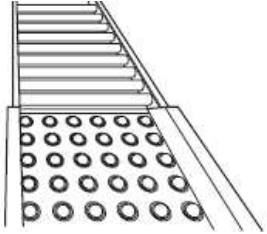


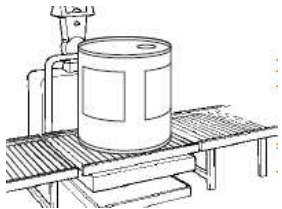
### 1. 보조기구 활용의 중요성

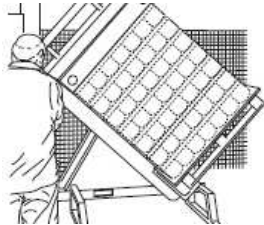
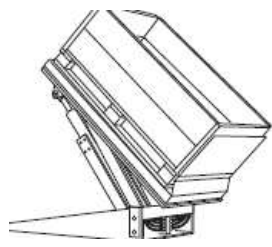
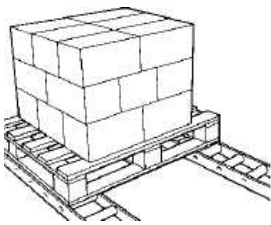


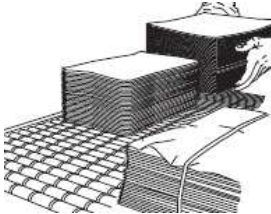
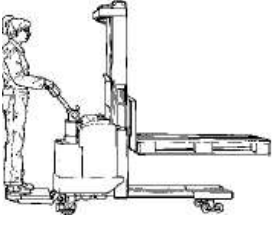

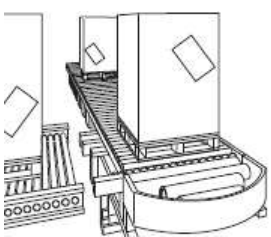
인력운반 작업에 의한 허리 부상은 주요 산업재해 원인의 하나이다. 그러나 많은 경우 예방이 가능하며, 예방적 조치가 비용효과적이다. 허리 부상을 예방할 수 없는 경우에는, 징후의 조기 보고, 적절한 치료 및 재활이 필수적이다. 들기작업 및 인력운반 작업시 보조기구 도입을 통해서 근로손실일과 임금 비용을 줄일 수 있다.

### 2. 들기작업 및 인력운반 작업을 위한 보조기구

(1) 수시로 발생하는 무거운 물품 운반의 위험을 방지하거나 줄이기 위한 방법

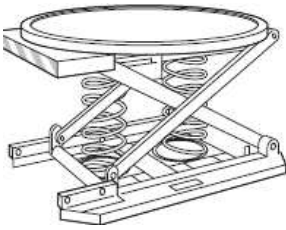

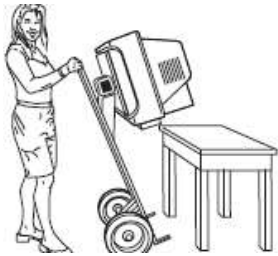

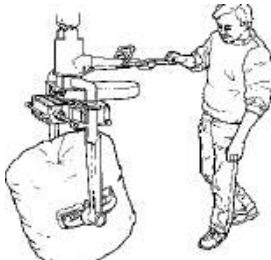
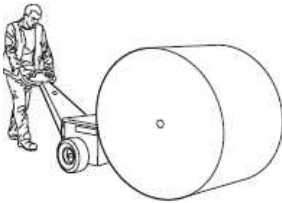
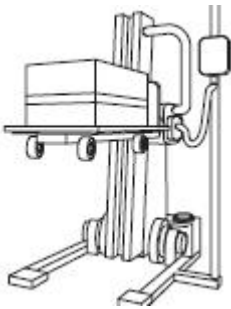


<표 9> 무거운 물품 운반의 위험을 방지하거나 줄이기 위한 방법



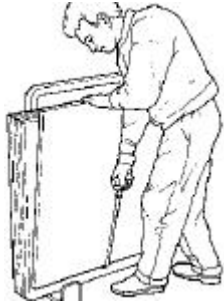
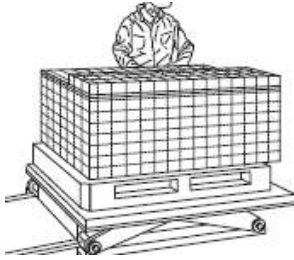

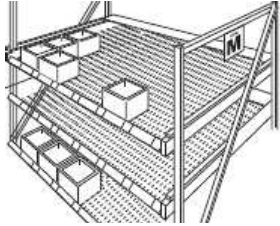
운반기계, 기구  작업	동력 운반기구, 대차(Trolley), 차량 등	무동력 운반기구, 대차 및 보조 도구	철도, 컨베이어, 슬라이드, 슈트(Chute), 롤러 볼 (Roller ball)
백(Bag), 부대, 박스 등 취급	지게차 (Forklift truck) 	유압 승강기를 갖춘 운반기구 	볼테이블 (Ball table) 및 롤러 
뭉치, 띠, 대형 및 소형통 취급	통/띠 회전기 	케그(Keg) 운반기구 	라인에서 자동무게감지 (In-line weighting) 

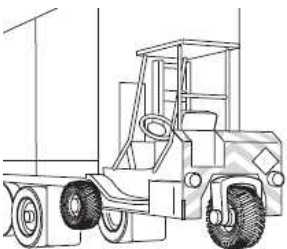
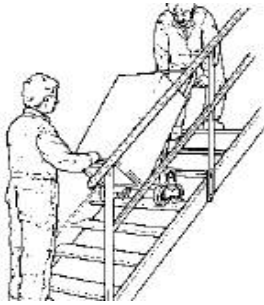

<p>팔렛(Pallet) 포장 및 해체, 낮은 받침대 (Stillage) 및 컨테이너</p>	<p>팔렛 변환기</p> 	<p>팔렛 리프트</p> 	<p>롤러 트랙(Roller track)</p> 
<p>판재(Sheet) 자재 운반</p>	<p>지게차</p> 	<p>팔렛 운반기구</p> 	<p>중력 롤러 (Gravity roller )</p> 
<p>저장, 보관, 주문 처리</p>	<p>배터리작동 운반기구</p> 	<p>선반식 대차</p> 	<p>턴테이블이 장착 된 컨베이어</p> 

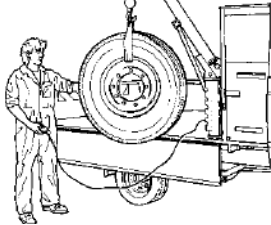
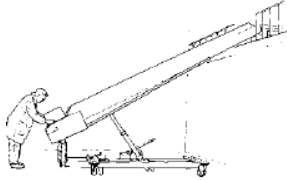
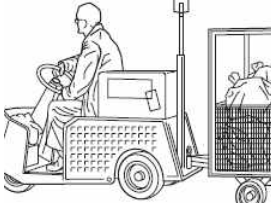
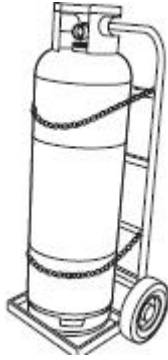
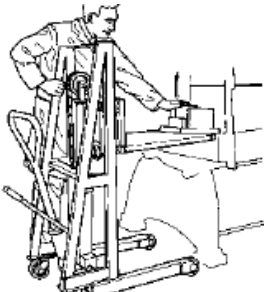


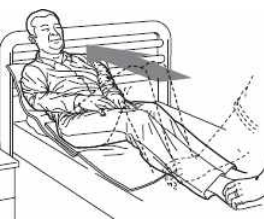
(2) 다음은 물품 들기 및 운반 보조도구를 사용하는 해결책의 일부 예이다. 인력운반 작업을 피하거나 단위 무게를 줄이는 것도 고려한다.

<표 10> 들기 및 운반 보조도구의 사용예

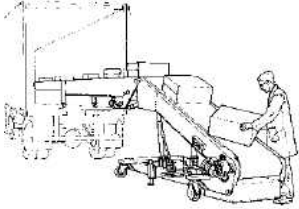




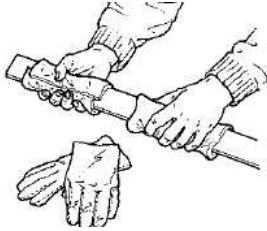

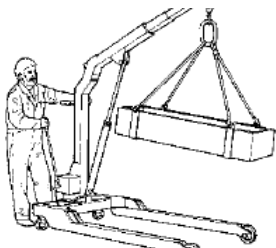




운반기계, 기구 작업	높이 조절 가능한 기구, 회전 및 기울임이 가능한 테이블	기계식 호이스트 및 진공식 양중 기구	기타
백, 부대(Sack), 박스 등 취급	회전 테이블 	진공식 양중 보조기구 	흡입 컵(Suction cup)을 갖춘 TV 대차 
뭉치, 릴, 대형 및 소형통 취급	릴 대차 (Reel trolley) 	릴 양중 헤드 (Reel lifting head) 	배터리로 작동하는 예인기(Tug) 
팔릿(Pallet) 포장 및 해체, 낮은 받침대 (Stillage) 및 컨테이너	자동레벨기 (Auto-leveller) 	통(Tub) 양중기구 	쓰레기통 양중기구 (Bin lifter) 

<p>판재(Sheet) 자재운반</p>	<p>판재/ 대차 테이블 (Sheet/trolley table)</p> 	<p>진공식 양중기구</p> 	<p>양중용 후크 (Lifting hook)</p> 
<p>저장, 보관, 주문 처리</p>	<p>높이 조절가능한 턴테이블</p> 	<p>컨베이어 및 진공식 양중기</p> 	<p>중력이송 랙 (Gravity feed racking)</p> 

<p>운반기계, 기구  작업</p>	<p>동력식 운반기구, 대차, 차량 등</p>	<p>무동력 운반기구, 대차 및 보조 도구</p>	<p>철도, 컨베이어, 슬라이드, 슈트(Chute), 롤러볼 (Roller ball)</p>
<p>물품 발송/현장 및 내부 장소로 운반</p>	<p>대형트럭에 장착된 지게차</p> 	<p>별모양 바퀴식 (Star wheeled) 운반기구</p> 	<p>차량(Van) 적재를 위한 받침 (Boom)</p> 

<p>정착 및 유지보수 작업</p>	<p>차량에 장착된 호이스트</p> 	<p>바퀴식 툴 박스</p> 	<p>미끄럼대(Sliding die) (마찰이 적은 표면)</p> 
<p>이동, 청소 및 쓰레기</p>	<p>동력식 예인기</p> 	<p>실린더 대차</p> 	<p>이동식 벨트 컨베이어</p> 
<p>고객 다루기*</p>	<p>의자식 리프트</p> 	<p>계단을 오르내릴 수 있는 휠체어</p> 	<p>미끄럼 시트 (Slide sheet)</p> 

\* 고객의 체형, 프라이버시 및 품위 등 고객의 상황을 고려하여 적절한 보조 기구를 선택하도록 한다.

운반기계, 기구 작업	높이가 조절 가능한 기구, 회전 및 기울임이 가능한 테이블	기계식 호이스트 및 진공식 양중기구	기타
<p>물품 발송/현장 및 내부 장소로 운반</p>	<p>이동식 컨베이어</p> 	<p>후면 양중기</p> 	<p>롤 케이지 (Roll cage)</p> 
<p>정착 및 유지보수 작업</p>	<p>작업대 운반기구 (Platform truck)</p> 	<p>밸브식 양중 지그</p> 	<p>손 보호 장비</p> 
<p>이동, 청소 및 쓰레기</p>	<p>스프링을 장착한 세탁 대차</p> 	<p>선반 대차 (Shelf trolley)</p> 	<p>바퀴달린 양동이</p> 
<p>고객 다루기*</p>	<p>높이가 조절 가능한 침대</p> 	<p>일어서는 것을 보조하는 승강장치</p> 	<p>핸드 레일</p> 

\* 고객의 체형, 프라이버시 및 품위 등 고객의 상황을 고려하여 적절한 보조 기구를 선택하도록 한다.

## 3. 물품 운반 보조 도구 선정시 고려해야 할 요소

- (1) 평가 및 해결책 검토시 작업자 및 안전 담당자들의 의견을 구한다
- (2) 공급업체/임대업체로부터 적합성에 대한 조언을 구한다.
- (3) 가능하다면 시범적으로 장비를 요청하여 문제 해결이 가능한지 체크하며, 사용하게 될 작업자들을 참여시킨다.
- (4) 공급업체에게 다른 고객들에 대해 물어보아서 실제 사용되는 상황을 본다.
- (5) 들기 보조장비에 안전인증 마크가 부착되어 있는지 확인한다.
- (6) 어떤 유지보수가 필요한지 고려한다.
- (7) 장비 사용이 안전한 작업 부담 내에 있는지 확인한다.
- (8) 장비가 사용될 장소에 적합한가? 장비가 움직일만한 충분한 공간이 있는가?
- (9) 안정성 및 지표면 측면에서 지형이 적합한가?
- (10) 들기 보조장비 사용과 관련된 기타 위험, 즉 현장 안전 및 운전자 교육 등의 측면들을 고려한다.

## 기술지원규정 제·개정 이력

□ 개정일 : 2026. 1. 30.

- 개정자 : (사)고경력과학기술연우총연합회
- 개정사유 : 인력운반작업 관련 KOSHA Guide 통·폐합

관리번호	기술지원규정명	정비유형
A-G-17-2026	인력운반작업에 관한 기술지원규정	통폐합(개정)
G-8-2023	인력작업에 관한 안전지침	통폐합(폐지)
G-119-2015	인력운반작업에 관한 안전가이드	
G-92-2012	포대 취급 시 안전에 관한 기술지침	

○ 주요 개정내용

- 가이드 본문 내에 법적 필수사항 추가
- 허리에 가해지는 부담을 빠르게 정량적으로 평가하는 기법 및 인간공학 작업부하 평가 방법 체계화
- 인력운반작업 중심으로 절차 예시 등 부록 수록