

목차

1장

크레인 및 기타 리프팅 장비에 대한 지식

1	슬링어 자격(1페이지)	3
2	크레인 개요(2페이지)	4
3	크레인 작동(3페이지)	5
4	크레인 관련 기술 용어(6페이지)	8

2장

크레인 화물 슬링에 필요한 역학 지식

1	힘 관련 주제(35페이지)	12
2	무게와 무게 중심(43페이지)	17
3	운동(48페이지)	21
4	폴리 블록(53페이지)	24
5	물체 하중, 응력, 강도(56페이지)	27
6	와이어 로프, 체인 및 기타 슬링 기어 강도(60페이지)	31

3장

슬링 기어 선택 및 취급 방법

1	와이어 로프(67페이지)	36
2	체인(87페이지)	45
3	섬유 로프(89페이지)	46
4	기타 슬링 기어(97페이지)	49
5	슬링 기어 검사(106페이지)	59

4장

슬링 및 신호 방법

1	기본 슬링 절차(119페이지).....	68
2	슬링 기어 선택 흐름(123페이지)	72
3	슬링에 대한 일반 주의사항(124페이지)	73
4	와이어 로프로 슬링하는 방법(126페이지).....	76
5	체인 슬링으로 슬링하는 방법(136페이지).....	78
6	신호 방법(137페이지).....	78

5장

실제 슬링 방법

1	슬링 절차(149페이지).....	80
---	--------------------	----

6장

관련 법률 및 규정

1	산업 안전 보건법	100
2	산업 안전 보건법 시행 명령.....	100
3	크레인 안전 시행령	101

1장

크레인 및 기타 리프팅 장비에 대한 지식

슬링은 슬링 기어를 사용하여 화물을 고정하거나 호이스팅 액세서리에서 제거하는 작업입니다.

1 슬링어 자격(1페이지)

관련 법률에 따라 크레인, 이동식 크레인, 데릭 또는 카고 호이스트로 화물을 슬링하는 사람은 리프팅 장비가 처리할 수 있는 최대 하중에 따라 다음과 같은 자격 중 하나를 가지고 있어야 합니다.

표 1-1 슬링어 자격

기계 및 장비 유형	화물 인상 또는 제한 하중	
	1톤 이상	1톤 미만
크레인	• 슬링 능력 교육 강좌를 이수한 사람	• 슬링 능력 교육 강좌를 이수한 사람
이동식 크레인		
데릭	• 특수 교육 강좌를 이수한 사람*1	• 특수 교육 강좌를 이수한 사람*1
카고 호이스트	• 일본 노동후생성에서 승인한 사람*2	• 일본 노동후생성에서 승인한 사람*2
		• 슬링 작업 특수 교육을 이수한 사람

*1: 인적 자원 개발 및 촉진법(Human Resources Development and Promotion Act) 시행령 부록 표 4의 교육 강좌 열에 나와 있는 슬링어 교육 강좌를 이수한 사람

*2: 인적 자원 개발 및 촉진법 시행령에서 규정한 크레인 운전 강좌 교육을 이수한 사람

2.1 크레인 정의(2페이지)

크레인

"크레인"은 이동식 크레인, 데릭 및 카고 호이스트와 달리 동력으로 화물을 인상하고 인상한 화물을 수평으로 운송하는 기계 장치를 의미합니다. 이에 따라 크레인에는 인상 작업만 수행하는 기계 장치가 포함되지 않습니다. 반면에 크레인에는 기계 장치가 인상된 화물을 수평으로 운송하는 데 인력을 사용하더라도 동력으로 화물을 인상하는 기계 장치가 포함됩니다.

이동식 크레인

"이동식 크레인"은 모터가 내장되어 있어 스스로 지정되지 않는 장소로 이동하는 크레인을 의미합니다.

데릭

데릭은 원동력으로 화물을 인상하도록 설계된 기계 장치로, 별도로 설치된 모터를 통해 와이어 로프로 작동하는 마스트나 붐이 있습니다.

카고 호이스트

카고 호이스트는 선박에 장착되어 선박을 적재 또는 하역하거나 선창에서 화물을 이동하는 기계 장치입니다.

3 크레인 작동(3페이지)

다음은 화물을 인상하여 원하는 장소로 운송하는 크레인 작동입니다.

3.1 인상 및 내리기

인상은 화물을 위로 올리는 크레인 작동을 의미하고 내리기는 화물을 아래로 내리는 반대의 작동입니다.

3.2 횡단

횡단은 천장 크레인/브릿지 크레인의 거더, 해머 헤드 크레인의 수평 지브 또는 케이블 크레인의 로프를 따라 트롤리(또는 호이스트)가 이동하는 크레인 작동입니다. 그림 1-1을 참조하십시오.

3.3 주행

거더, 지브 및 타워와 같은 크레인이 주행 레일 또는 주행로에서 이동하는 것을 의미합니다. 그림 1-1을 참조하십시오.

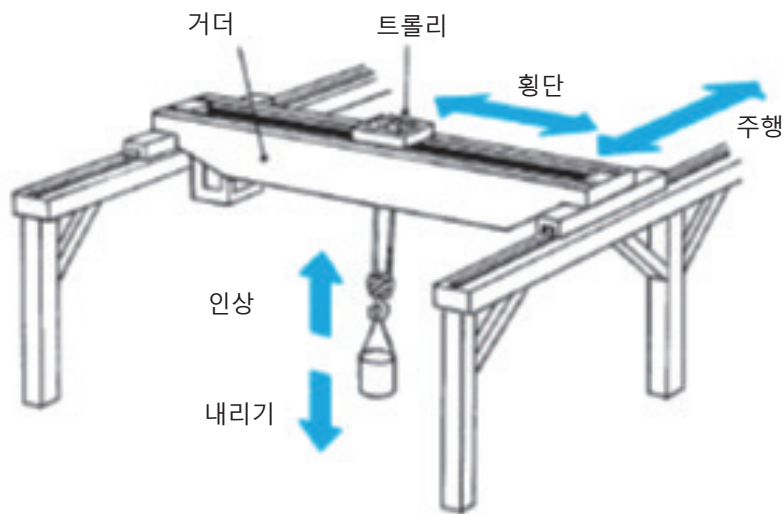


그림 1-1 인상, 내리기, 횡단, 주행

3.4 기복

기복은 끝에서 지브나 붐이 위/아래로 이동하는 것입니다.

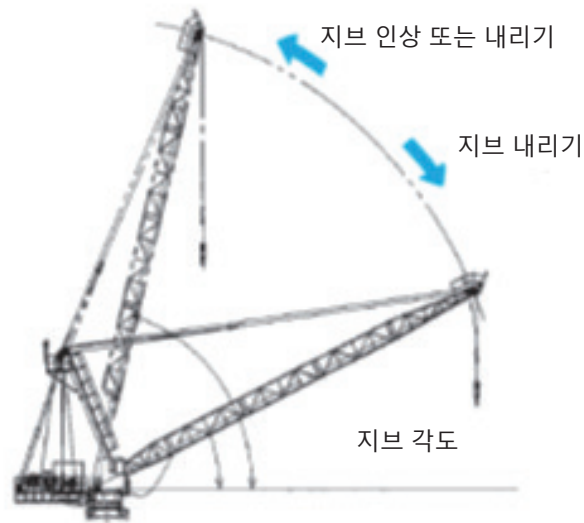


그림 1-2 기복

지브 각도(지브 중심선과 수평면 사이의 각도)가 증가하는 방향으로 지브가 작동하는 것을 "지브 인상 또는 올리기"라 하고 지브 각도가 작아지는 방향으로 작동하는 것을 "지브 내리기"라 합니다. 일반 지브 크레인에서 기복하면 화물이 위 또는 아래로 이동합니다.

화물이 지정된 높이에 고정되어 있고 기복 중에 수평으로 이동할 수 있도록 구조적 개선을 통해 이러한 원치 않는 움직임을 제거합니다. 이러한 개선된 작동을 "수평 러핑"이라고 합니다. "러핑인"은 화물이 지브 방향으로 이동하는 것을 의미하고 "러핑아웃"은 화물이 지브에서 멀어지는 방향으로 이동하는 것을 의미합니다.

이 수평 러핑에는 지브 기복과 관련될 수 있는 인상된 화물의 위 또는 아래 이동이 포함되지 않습니다.

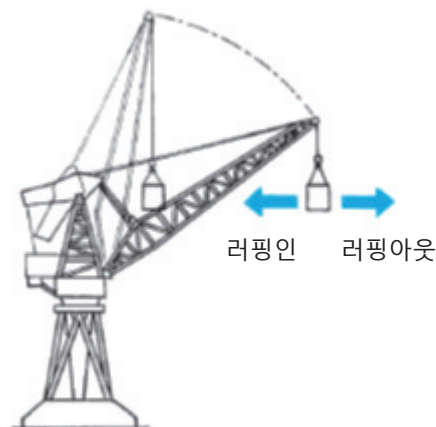


그림 1-3 수평 러핑

3.5 회전

"회전"은 축을 회전 중심으로 하여 지브 또는 지브 크레인/이동식 크레인의 기타 유사한 부품이 회전하는 것을 의미합니다.

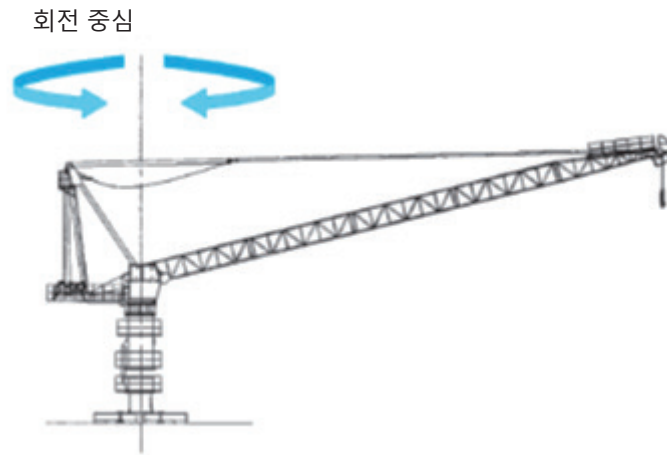


그림 1-4 회전

3.6 신축 운동

지브 길이를 변경하는 크레인 작동입니다.

지브 길이를 늘리는 것을 "연장"이라 하고 길이를 줄이는 것을 "수축"이라고 합니다. (6페이지의 그림 1-7 참조)

4.1 인양 하중

"인양 하중" 용어는 구조 및 사용된 재료에 따라 크레인, 이동식 크레인 또는 데릭에서 인상할 수 있는 최대 하중을 의미합니다. 인양 하중에는 후크 또는 그랩 버킷과 같은 크레인의 호이스팅 액세서리 무게가 포함됩니다.

4.2 정격 하중

"정격 하중" 용어는 지브와 데릭이 없는 크레인의 인양 하중에서 후크, 그랩 버킷 또는 다른 호이스팅 액세서리의 무게를 뺀 순 무게를 의미합니다.

지브가 있는 크레인이나 붐이 장착된 이동식 크레인/데릭에서 정격 하중은 구조 또는 구성(지브/붐 각도와 길이, 수평 지브에서의 트롤리 위치) 및 사용된 재료에 따라 인상할 수 있는 최대 하중에서 후크, 그랩 버킷 또는 기타 호이스팅 액세서리의 무게를 뺀 하중입니다.

4.3 정격 총 하중

"정격 총 하중" 용어는 구조, 부품 재료 및 지브 각도나 길이에 따라 이동식 크레인에서 인상할 수 있는 최대 하중을 의미합니다.

이동식 크레인의 경우 운전 유형에 따라 후크를 교환합니다. 지그 길이와 작업 반경이 동일하더라도 후크를 교환하면 정격 하중이 달라집니다. 일반적으로 정격 총 하중(정격 하중에 후크 또는 기타 호이스팅 액세서리의 무게를 더한 하중)이 사용됩니다. 그림 1-5를 참조하십시오.

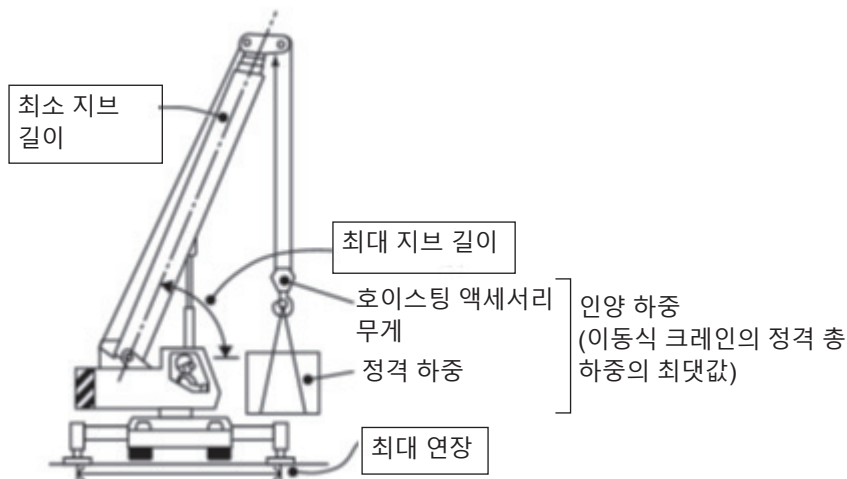


그림 1-5 화물 인상, 정격 총 하중 및 정격 하중 간의 관계

4.4 제한 하중

"제한 하중" 용어는 구조 및 사용된 재료에 따라 카고 호이스트에서 인상할 수 있는 최대 하중을 의미합니다. 제한 하중에는 후크 또는 그랩 버킷과 같은 호이스트 액세서리 무게가 포함됩니다.

4.5 정격 속도

"정격 속도" 용어는 호이스트 액세서리의 정격 하중으로 인상, 기복, 횡단, 주행 또는 회전과 같은 작동을 수행할 수 있는 크레인, 이동식 크레인 또는 데릭에서의 최대 속도를 의미합니다.

4.6 인상 높이

"인상 높이" 용어는 일반적으로 크레인이 후크, 그랩 버킷 또는 기타 호이스팅 액세서리를 인상하고 내릴 수 있는 상한과 하한 간의 거리를 의미합니다.

4.7 작업 반경

"작업 반경"은 지브 크레인의 회전 중심과 호이스팅 액세서리 중심 사이의 수평 거리를 의미합니다. 작업 반경을 "회전 반경"이라고도 하며 최고 제한을 "최대 운전(또는 회전) 반경", 최저 제한을 "최저 운전(또는 회전) 반경"이라 합니다. (9페이지의 그림 1-2 참조)



그림 1-6 작업 반경

4.8 작업 범위

"작업 범위"는 크레인 또는 기타 호이스팅 장치가 횡단, 주행 또는 회전과 같은 사용 가능한 작동을 결합하여 화물을 이동할 수 있는 공간을 의미합니다. 일반 크레인의 결합 운전 범위와 작동 작업 범위에 대한 자세한 내용은 교재를 참조하십시오. (40페이지의 그림 1-12 참조)

4.9 슬링 기어

"슬링 기어"는 화물을 크레인의 호이스팅 액세서리나 기타 호이스팅 장치에 고정하는 데 사용되는 공구를 의미합니다. 3장: 슬링 기어 선택 및 취급 방법을 참조하십시오.

4.10 인상

지면, 바닥 또는 베어러 블록에서 화물을 살짝 인상하는 작동을 의미합니다. 슬링 작업의 경우 화물을 천천히 인상하고, 화물이 인상되면 정지하고, 화물 안정성과 슬링 기어의 안전을 확인합니다.

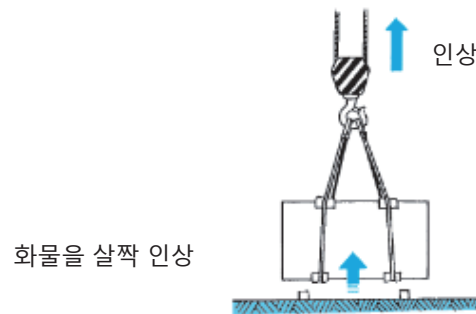


그림 1-7 인상

4.11 그라운딩

화물을 원하는 위치에 내리는 작동을 의미합니다. 슬링 작업의 경우 내릴 위치의 상태를 확인하고 화물의 베어러 블록이 안정화되도록 설정합니다. 화물을 내린 후 화물이 지면에 닿으면 정지합니다. 화물 안정성을 확인한 후 화물을 완전히 내리고 슬링 기어를 제거합니다.

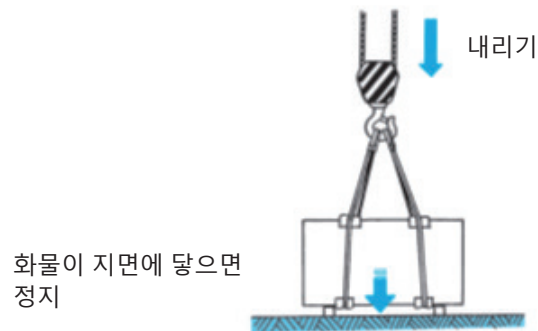


그림 1-8 그라운딩

2장

크레인 화물 슬링에 필요한 역학 지식

1 힘 관련 주제(35페이지)

1.1 힘, 작용 및 반응의 3요소(35페이지)

교재를 참조하십시오.

1.2 힘의 합성 및 분해(36페이지)

그림 2-1과 같이 두 사람이 로프로 기둥을 당기면 기둥은 화살표 방향으로 당겨집니다. 따라서 두 힘이 물체에 작용하면 이러한 두 힘은 효과가 동일한 합성력(결합력) 하나로 바뀔 수 있습니다.

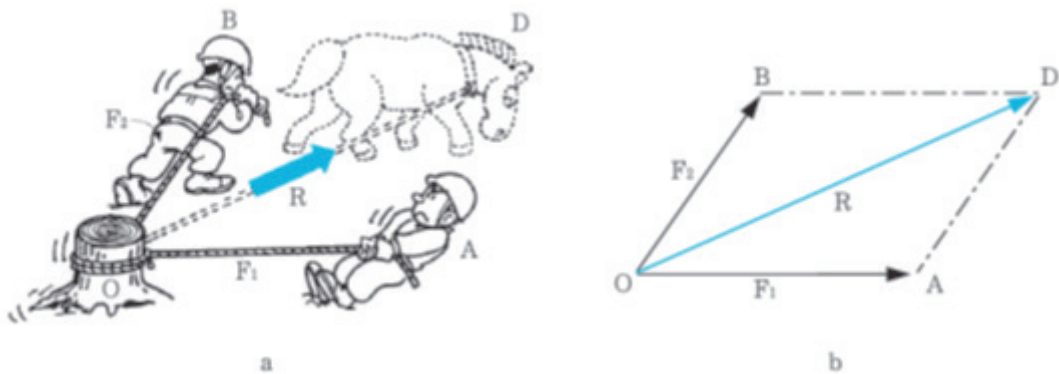


그림 2-1 힘의 합성

그림 2-1 b는 합성력을 확인하는 방법을 설명합니다. 다른 두 방향에서 O 점으로 작용하는 힘 F_1 과 F_2 의 합성은 이러한 힘이 두 면이 되는 평행사변형(OADB)을 그리면 확인됩니다. 그림에서 대각선 R은 확인할 합성력의 크기와 방향을 나타냅니다. 이를 평행사변형 법칙이라 합니다.

"힘의 분해"는 물체에 작용하는 힘이 서로 다른 각도로 두 개 이상 나뉘지는 과정입니다. 힘이 나뉘지는 각 위치를 "성분" 또는 최초 힘의 "성분력"이라 합니다. 힘의 성분을 찾으려면 "성분력"에서 설명한 힘의 평행사변형을 힘이 서로 다른 각도로 두 개 이상 나뉘지는 순서의 역순으로 사용합니다.

그림 2-2와 같이 사람이 썰매를 예의 방향으로 끄는 경우를 살펴보겠습니다. 사람이 지면에서 상향 각도로 로프를 전방으로 당기면 썰매는 수평과(세로로) 동시에 수직으로 끌려갑니다. 따라서 실제로 썰매로 수평으로 끄는 힘의 크기를 찾아야 합니다.



그림 2-2 힘의 분해

그림 2-2 b와 같이 힘 $F(OA)$ 는 평행사변형 법칙을 역으로 사용하면 $F_1(OB)$ 및 $F_2(OC)$ 로 나뉩니다. 이것이 힘의 분해이고 썰매의 수평 힘이 $F_1(OB)$ 이 되는 것을 확인할 수 있습니다.

1.3 힘의 모멘트(38페이지)

힘의 모멘트는 물체를 회전하게 하는 힘의 작용입니다.

그림 2-3과 같이 스패너 렌치로 너트를 돌리는 경우 렌치 손잡이 끝을 잡을 때가 손잡이 중간을 잡을 때보다 힘이 적게 필요합니다. 이 예에서는 힘의 회전 작용이 힘의 크기뿐만 아니라 회전 축 중심과 힘의 작용선 사이의 길이 (즉, 회전 축 O에서 F1 또는 F까지의 길이)와 관련된다는 점을 나타냅니다. 이 거리(그림 2-3의 L1 또는 L)를 "암 길이"라고 합니다.

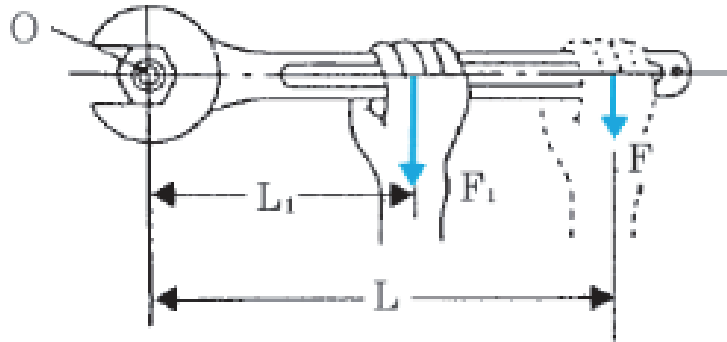


그림 2-3 힘의 크기와 암 길이

그림 2-4와 같이 지렛대로 무거운 짐을 들어 올리는 경우 손잡이에 가까운 곳이 받침점이면 보다 많은 힘이 필요하게 됩니다.

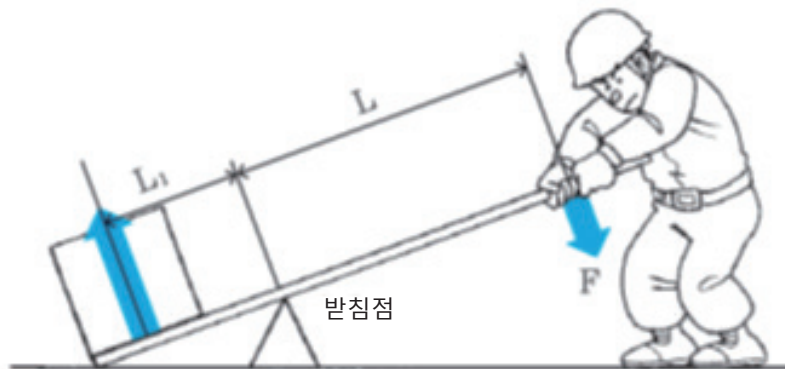


그림 2-4 지렛대 모멘트

지정된 회전 축 또는 지정된 받침점과 관련된 힘의 크기와 암 길이의 결과를 나타내는 양을 "힘의 모멘트"라고 합니다. F로 지정된 힘의 크기와 L로 지정된 암 길이를 사용하면 힘의 모멘트 M을 $M = F \times L$ 로 작성할 수 있습니다. 여기서 힘의 크기 F는 N(뉴턴) 단위, 암 길이 L은 m(미터) 단위, 힘의 모멘트 M은 N·m(뉴턴 미터) 단위입니다.

이는 그림 2-5의 설명대로 지브 크레인으로 화물을 인상하는 데 적용됩니다. 그림에서 L_1 과 L_2 는 받침점(또는 회전 축) O에서 지브 위치 A와 B까지의 암 길이를 나타냅니다. 따라서 각 모멘트(M_1 및 M_2)를 다음과 같이 작성할 수 있습니다.

$$M_1 = 9.8 \times m \times L_1, M_2 = 9.8 \times m \times L_2$$

이러한 두 길이를 비교해보면 $L_1 < L_2$ 를 확인할 수 있습니다. 따라서 모멘트 M_1 이 모멘트 M_2 보다 작아집니다. 즉, 화물이 지그 끝에 가까이 있을수록 작용하는 모멘트가 커져 크레인이 넘어질 수 있습니다.

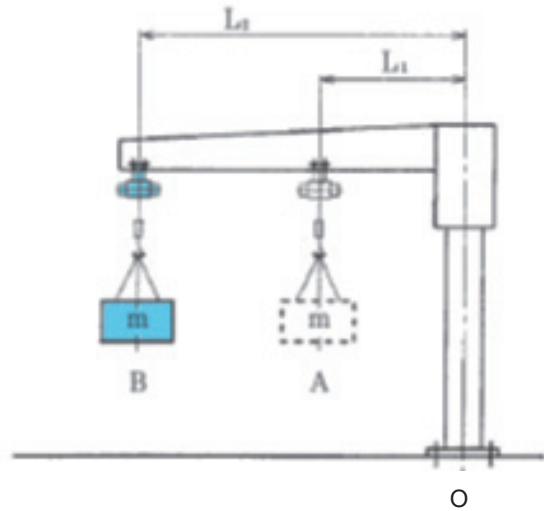


그림 2-5 지브 크레인에서 작용하는 모멘트

힘이 같은 방향으로 작용하면 결합되어 더 큰 모멘트가 생성됩니다. 힘이 반대 방향으로 작용하면 서로 상쇄할 수 있습니다. 따라서 모멘트 두 개 이상의 합이나 평형을 찾으려면 각 모멘트의 회전 방향을 고려해야 합니다.

1.4 힘의 평형(40페이지)

평행력 평형

그림 2-6에서 작업자는 막대 양 끝에 화물 두 개를 걸어 운반하고 있습니다. 어깨에서 수평을 유지하려면 두 화물의 무게가 같은 경우에는 막대 중간을 잡아야 합니다. 하지만 화물 무게가 다르면 좀 더 무거운 화물에 가까운 막대 지점을 잡아야 합니다. 이는 힘의 모멘트를 평형이 되도록 해야 하기 때문입니다.

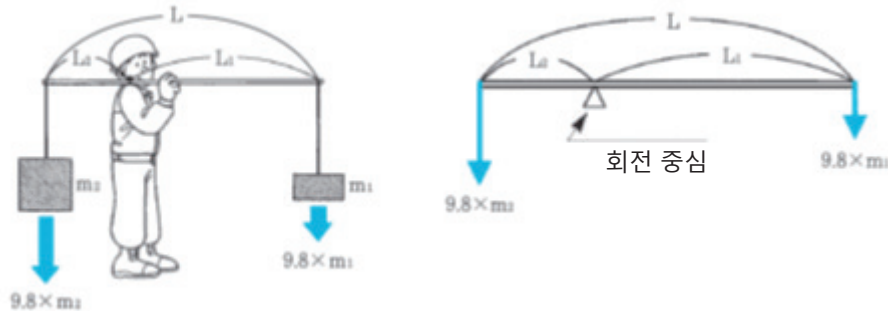


그림 2-6 평행력 평형

이 그림에서 작업자 어깨를 회전 축으로 하여 힘의 모멘트를 확인해 보겠습니다. 두 화물의 무게를 m_1 과 m_2 라고 하고 막대에서 화물을 지탱하는 위치(화물과 어깨 사이의 수평 거리)를 L_1 과 L_2 라고 합니다.

시계 방향 모멘트: $M_1 = 9.8 \times m_1 \times L_1$

시계 반대 방향 모멘트: $M_2 = 9.8 \times m_2 \times L_2$

다음과 같이 회전 축 주변의 모멘트는 평형을 유지합니다($M_1 = M_2$).

$$9.8 \times m_1 \times L_1 = 9.8 \times m_2 \times L_2 \quad (1)$$

$$m_1 \times L_1 = m_2 \times L_2 \quad (2)$$

$$m_1 \times L_1 = m_2 \times (L - L_1) \quad (3)$$

$$m_1 \times L_1 = m_2 \times L - m_2 \times L_1 \quad (4)$$

$$m_1 \times L_1 + m_2 \times L_1 = m_2 \times L \quad (5)$$

$$L_1 \times (m_1 + m_2) = m_2 \times L \quad (6)$$

$$(L = L_1 + L_2)$$

말할 필요 없이 작업자 어깨는 화물 무게를 지탱하는 회전 축으로 작용합니다($m_1 + m_2$).

다음과 같이 방정식(6)을 다시 작성할 수 있습니다.

$$L_1 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \times L$$

따라서 화물의 무게 m_1 및 m_2 와 반비례하여 막대를 임의로 나눈 지점을 잡으면 화물의 평형이 유지됩니다.

2.1 무게(43페이지)

물질이 다른 물체의 무게는 체적이 정확하게 동일하더라도 다를 수 있습니다. 예를 들어 알루미늄은 나무보다 무겁고 철은 납보다 가볍습니다.

표 2-1에서는 서로 다른 물질의 입방 미터(m^3)당 대략적인 무게(톤(t))를 보여줍니다. 체적(입방 미터)을 알고 있으면 이 표에 따라 특정 물체의 무게를 확인할 수 있습니다. 밀도 공식은 $d = m/V$ 입니다. 여기서 d 는 밀도, m 은 질량, V 는 체적입니다.

예를 들어 화물의 체적(V , 입방 미터 단위)에 입방 미터당 물질 무게(d , 톤 단위)를 나타내는 표의 숫자 값을 곱하면 인상할 화물의 무게(m , 톤 단위)를 구할 수 있습니다. $M = d \times V$

표 2-1 입방 미터당 물체의 무게

물질	W t/m ³ (t)	물질	W t/m ³ (t)
납	11.4	모래	1.9
구리	8.9	분 석회	1.0
철	7.8	석탄	0.8
주철	7.2	코크	0.5
알루미늄	2.7	물	1.0
화강암	2.6	오크나무	0.9
콘크리트	2.3	삼나무	0.4
흙	2.0	사이프러스	0.4
자갈/모래	1.9	오동나무	0.3

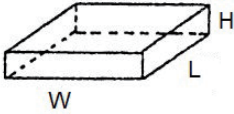
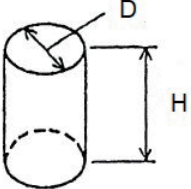
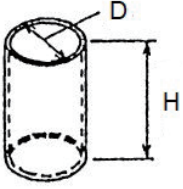
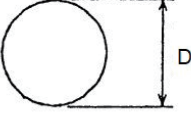
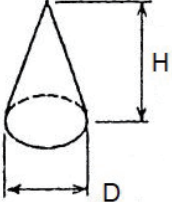
참고:

(1) 목재 무게는 대기에서 건조된 상태를 기준으로 합니다.

(2) 흙, 모래, 석탄 및 코크의 무게는 겉보기 밀도입니다(겉보기 밀도는 분체 질량의 특성입니다.).

간단한 체적 계산 방정식은 표 2-2에 나와 있습니다.

표 2-2 간단한 체적 계산 방정식

물체 형태		방정식
형태	그림	
직육면체		길이 x 폭 x 높이(L x W x H)
중실 원통		$(D)^2 \times H \times 0.8$
중공 원통		D x 벽 두께 x H x 3.1
구		$(D)^3 \times 0.53$
원뿔		$(D)^2 \times H \times 0.3$

[연습]

강철판 무게 계산(두께: 0.05 m, 폭: 1.5 m, 길이: 3.0 m)

[정답]

강철판 체적: $V = 0.05 \times 1.5 \times 3.0 = 0.225 \text{ m}^3$

표 2-1에서 입방 미터당 철 무게는 7.8입니다.

따라서 무게 m 은 $7.8 \times 0.225 = 1.755(t)$ 입니다.

2.2 비중(44페이지)

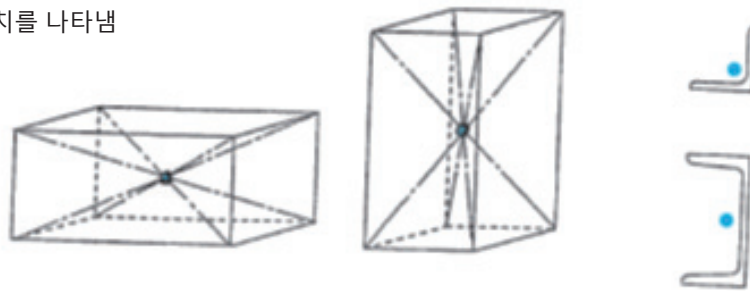
물체의 비중은 물체 무게와 4°C에서의 순수 등체적 무게와의 비율이며, 수학적으로 다음과 같이 작성됩니다.

비중 = 물체 무게 / 4°C에서의 순수 등체적 무게

2.3 무게 중심(45페이지)

합성 작용점을 "무게 중심"(COG)이라 하며, 특정 물체의 경우 고정점에 있습니다. 즉, 이러한 물체의 COG 위치는 물체의 형태와 위치에 관계없이 변하지 않고 유지됩니다. 또한 COG는 반드시 물체 내부에 있다고 할 수 없습니다(그림 2-7 참조).

점은 COG 위치를 나타냄



COG가 물체 내부에 있음

COG가 물체 외부에 있음

그림 2-7 COG 위치

COG를 찾는 방법

물체가 줄에 걸려 있고 COG를 통과하는 힘의 작용선이 수직면 COG 위치는 걸려 있는 물체의 점 바로 아래에 있다는 현상에 따라 물체의 COG를 찾을 수 있습니다. 더욱이 서로 다른 두 점에 물체를 걸고 물체를 지탱하는 힘의 작용선이 X자 형태로 만나는 지점을 찾아 COG를 확인할 수 있습니다. (46페이지의 그림 2-19 참조)

2.4 안정성(47페이지)

똑바로 서 있는 물체를 손으로 살짝 기울인 후에 손을 놓았을 때 물체가 원래 위치로 돌아가려고 하면 물체가 안정적이라고 간주됩니다. 반대로 한쪽으로 쓰러지려고 하면 불안정하다고 간주됩니다.

예를 들어 그림 2-8와 같이 평면에 있는 물체가 기울어져 있고 손을 놓으면 원래 위치로 돌아갑니다. COG에 작용하는 중력 G 가 회전 중심 O 를 받침점으로 하여 기울어진 물체 오른쪽에 작용하는 힘의 모멘트를 생성하기 때문입니다. 하지만 물체가 그림 2-8 (b)와 같이 COG를 통과하는 수직선이 밀면 밖에 있도록 기울어지면 원래 위치로 돌아가지 않고 한쪽으로 쓰러집니다.

따라서 그림 (a)는 안정적인 상태이고 (b)는 불안정한 상태입니다.

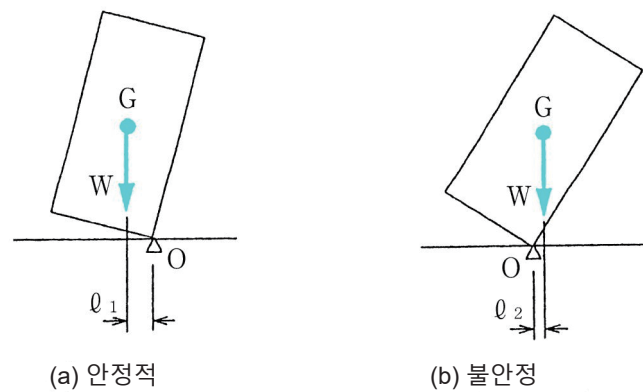


그림 2-8 물체 안정성

물체가 안정적인 상태가 되게 하는 중요한 사항은 넓은 밑면과 낮은 COG입니다.

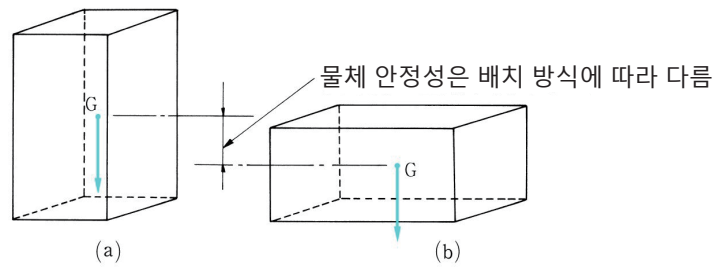


그림 2-9 다른 방식으로 놓인 물체의 안정성

3 운동(48페이지)

3.1 속도와 속력(49페이지)

속도는 물체가 얼마나 빨리 이동하는지를 나타내는 양입니다. 단위 시간당 물체가 이동한 거리로 나타냅니다.

물체가 등속 운동으로 10초에 50 m를 이동한 경우 속도를 5 m/s로 나타낼 수 있습니다. 등속 운동에서의 물체 속도는 다음과 같이 물체가 특정 기간 동안 이동한 거리를 필요한 단위 시간 수로 나눈 값으로 표시됩니다.

$$\text{속력}(v) = \frac{\text{거리}(L)}{\text{시간}(t)}$$

일반적으로 사용되는 속도 단위는 초당 미터(m/s), 분당 미터(m/min) 및 시간당 킬로미터(km/h)입니다.

하지만 물체 이동을 결정할 때 속도만 고려할 수는 없습니다. 이동 방향뿐만 아니라 "속력"이라고 하는 운동 방향과 속도를 모두 나타내는 양을 알아야 합니다.

3.2 관성(50페이지)

물체는 멈춰 있으면 멈춰있고 이동하면 같은 방향으로 계속 이동하려는 성향이 있습니다. 외부 힘이 가해지지 않는 한 이 두 가지 경우 중 하나가 항상 적용됩니다. 이러한 성향을 "관성"이라고 합니다.

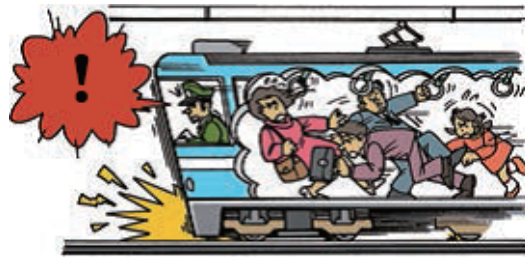


그림 2-10 관성

3.3 구심력과 원심력(51페이지)

그림 2-11과 같이 해머 던지기 선수가 원형 운동을 주기 위해 해머를 빠르게 돌리기 시작하면 선수의 손은 해머 방향으로 당겨지게 됩니다. 또한 물체의 원형 운동을 유지하기 위해 내부 힘(이 경우 와이어로 해머를 안쪽으로 당기는 힘)이 있으며 이 힘을 "구심력"이라고 합니다.

원심력과 구심력의 크기는 동일하지만 방향은 반대입니다.

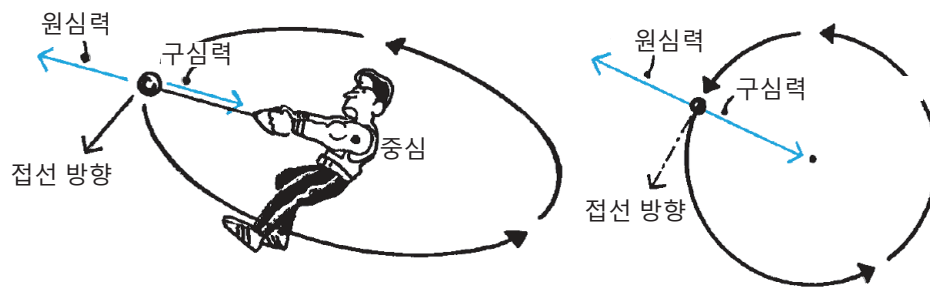


그림 2-11 구심력과 원심력

그림 2-12와 같이 인상된 화물을 빠르게 회전하면 원심력이 커져 화물이 바깥으로 이동하게 됩니다. 인상된 화물이 가만히 있는 경우와 비교 시 이 상태에서는 지브 크레인을 넘어뜨리는 힘의 모멘트가 커집니다.

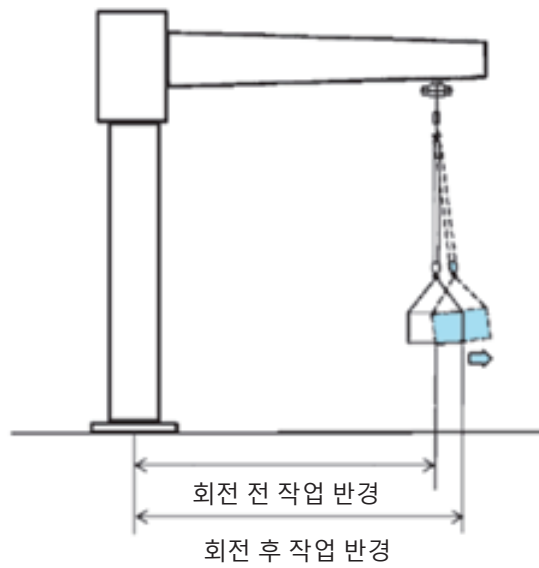


그림 2-12 원심력으로 인한 인상된 화물의 외부 이동 및 작업 반경 변화

풀리 블록은 크레인이 무거운 화물을 인상할 때 유용하게 사용됩니다. 풀리 블록은 힘의 방향을 바꿔 화물을 인상하는 데 필요한 힘의 양을 줄여주므로, 풀리 블록을 사용하면 매우 무거운 화물을 쉽게 인상할 수 있게 해줍니다. 풀리는 다음과 같은 범주로 분류됩니다.

4.1 고정 풀리(53페이지)

이 유형의 풀리는 그림 2-13과 같이 지정된 장소에 고정되어 있습니다. 고정 풀리로 화물을 인상하려면 반대쪽 로프를 아래로 당겨야 합니다. 즉, 이 장치는 가해지는 힘의 크기를 유지한 채 힘의 방향만 바꿉니다. 예를 들어 화물을 1 m 인상하려면 로프를 1 m만 잡아당겨야 됩니다.

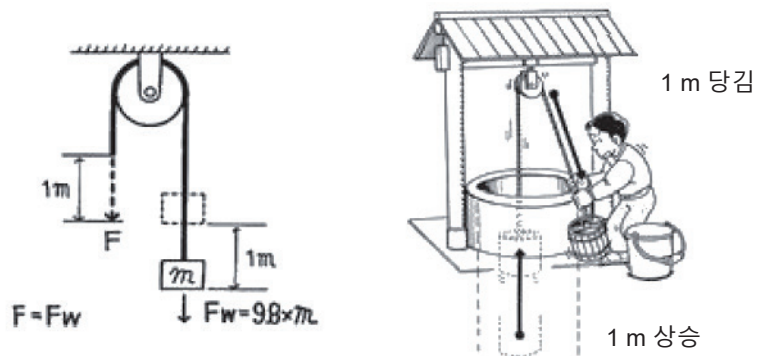


그림 2-13 고정 풀리

4.2 움직 풀리(54페이지)

이 풀리는 크레인의 후크 블록에 사용되는 풀리와 같은 유형의 풀리입니다. 그림 2-14와 같이 한 쪽 끝이 고정되어 있는 로프의 반대 쪽 끝을 위아래로 이동하여 바퀴를 움직이면 움직 풀리가 작동합니다. 로프 끝 A의 수직 운동에 따라 풀리가 직접 화물을 위아래로 이동합니다. 이 장치를 사용하면 화물 무게(질량이 아래로 가하는 힘)의 절반에 해당하는 힘으로 화물을 인상할 수 있습니다. 하지만 예를 들어 로프를 2 m 잡아당기면 화물은 로프를 잡아당긴 길이의 절반인 1 m만 위로 이동합니다. 즉, 풀리에서는 화물 무게를 인상하는 데 힘이 적게 들지만 잡아당겨야 하는 로프 길이가 늘어납니다.

동시에 가해지는 힘의 방향은 화물을 인상해야 할 때마다 로프가 당겨진 채로 변경되지 않고 유지됩니다.

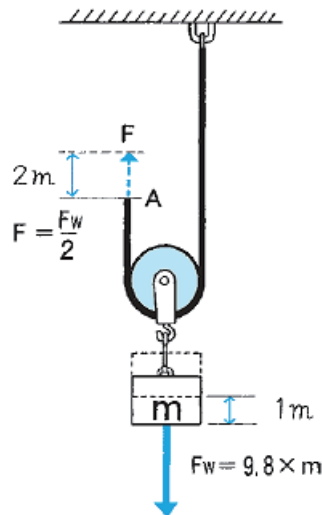


그림 2-14 움직 풀리

4.3 결합 풀리(55페이지)

움직 풀리와 고정 풀리 여러 개가 결합된 결합 풀리 블록을 사용하면 상대적으로 작은 힘으로 매우 무거운 화물을 인상하거나 내릴 수 있습니다. 그림 2-15의 설명대로 움직 풀리 세 개와 고정 풀리 세 개를 결합하면 풀리의 마찰과 질량에 관계없이 화물 무게의 1/6에 해당하는 힘으로만 화물을 인상할 수 있습니다. 하지만 로프를 1 m 잡아당길 때마다 화물을 1/6 m만 인상할 수 있습니다. 즉, 화물을 인상하거나 내리는 속력은 가해지는 힘의 1/6입니다.

일반적인 수식에서 움직 풀리 개수를 "n"이라고 하면 수식은 다음과 같습니다.

$$F = \frac{1}{2 \times n} \times F_w$$

F: 로프를 잡아당기는 힘

F_w: 화물 무게

$$V_m = \frac{1}{2 \times n} \times v$$

V_m: 와인딩 속도

v: 화물 인상 속도

$$L = 2 \times n \times L_m$$

L: 와인딩 길이

L_m: 화물 인상 거리

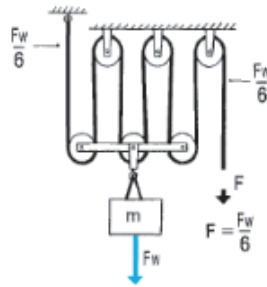


그림 2-15 결합 풀리

그림 2-16은 크레인에 움직 풀리가 4개 있는 예입니다.

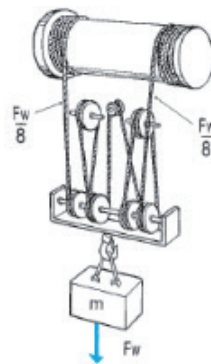


그림 2-16 결합 풀리

5.1 하중(56페이지)

하중은 외부에서 물체에 가해지는 힘입니다(즉, 외력). 이러한 힘이 관련 물체에 가해지는 방식에 따라 여러 방식으로 분류됩니다.

힘의 방향별로 분류

인장 하중

인장 하중은 로드의 세로 축에 작용하는 힘 F 에 의해 로드를 당깁니다. 인장 하중의 일반적인 예는 화물을 인상할 때의 와이어 로프 하중입니다.



그림 2-17 인장 하중

압축 하중

압축 하중은 그림 2-18과 같이 인장 하중의 반대 방향으로 작용하여 힘 F 로 로드를 세로로 압축합니다. 갠트리 크레인의 지지 레그에 가해지는 힘이 일반적인 예입니다.



그림 2-18 압축 하중

전단 하중

전단 하중은 가위로 물체를 자르는 방식으로 가해집니다. 그림 2-19의 설명처럼 리머 볼트가 힘 F 에 노출될 경우 이 힘이 매우 강하면 리머 볼트는 F 방향과 평행인 단면도를 따라 절단될 수 있습니다. 이러한 힘의 작용을 "전단 하중"이라고 합니다.

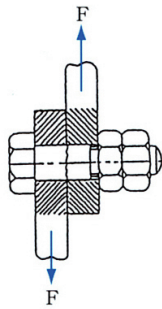


그림 2-19 전단 하중

굽힘 하중

그림 2-20처럼 세로 축과 직각으로 힘 F 가 가해지면 양쪽 끝에서 지탱되는 빔이 구부러질 수 있습니다. 이러한 힘의 작용을 "굽힘 하중"이라고 합니다. 예로는 화물 무게, 천장 크레인의 거더에서 작동하는 트롤리 또는 지브 크레인의 타워나 지브 등이 있습니다.

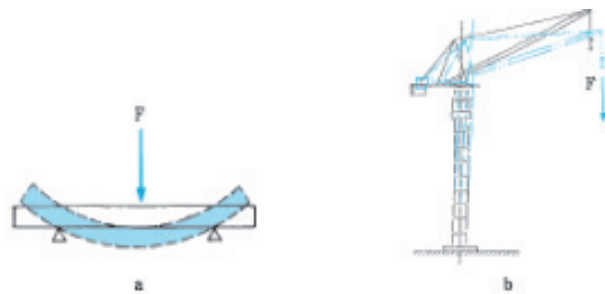


그림 2-20 굽힘 하중

비틀림 하중

그림 2-21의 설명처럼 축의 한쪽 끝이 고정되어 있고 반대쪽 끝이 원주에 두 반대 방향으로 가해지는 힘 F 에 노출되면 축이 비틀릴 수 있습니다. 이러한 힘의 작용을 "비틀림 하중"이라고 합니다. 윈치의 축이 와이어 로프에 의해 당겨지거나 비틀어지는 경우의 화물을 예로 들 수 있습니다.

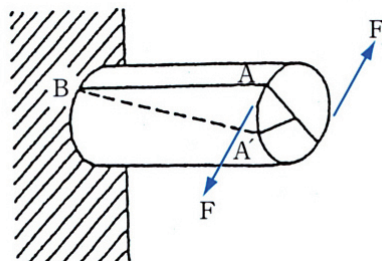


그림 2-21 비틀림 하중

복합 하중

앞에서 설명한 하중이 개별적으로 작용하는 것이 아니라 결합되어 크레인의 기계 부품에 영향을 주는 경우가 많습니다. 예를 들어 와이어 로프와 후크는 인장 하중과 굽힘 하중이 결합된 하중에 영향을 받고 일반적인 전원 유닛 축은 굽힘 하중과 비틀림 하중이 결합된 하중에 영향을 받습니다.

하중 속도별로 분류(그림 2-22)

정하중

정하중은 크레인 구조물의 사중과 같이 힘의 크기와 방향이 변하지 않는 하중을 의미합니다.

동하중

크기가 다양한 동하중은 두 가지 범주로 분류됩니다. 하나는 시간에 따라 지속적으로 변하는 반복 하중이고 다른 하나는 단기간에 갑작스레 물체에 힘을 가하는 충격 하중입니다.

반복 하중은 단작용 하중(single-acting load)과 복작용 하중(double-acting load)으로 구분됩니다. 전자는 항상 동일한 방향으로 작용하지만 와이어 로프 및 원치 베어링과 같은 크레인 부품에서의 하중처럼 시간에 따라 크기가 달라집니다. 반면 후자는 기어 축의 하중과 같이 방향과 크기 모두 시간에 따라 달라집니다.

동하중의 크기가 정하중보다 작으면 동하중으로 인해 장비나 구조물이 손상될 수 있습니다. 이러한 현상을 "피로 파괴"라고 합니다. 이 현상은 물체 피로에 의해 발생하고 실제로 발생하는 파괴에서 상당한 비율을 차지합니다.

충격 하중은 와이어 로프가 느슨한 상태에서 최대 속도로 화물을 내리거나 인상하는 중에 급제동하면 발생합니다. 이 경우 인상된 화물로 인해 하중보다 큰 하중이 적용됩니다.

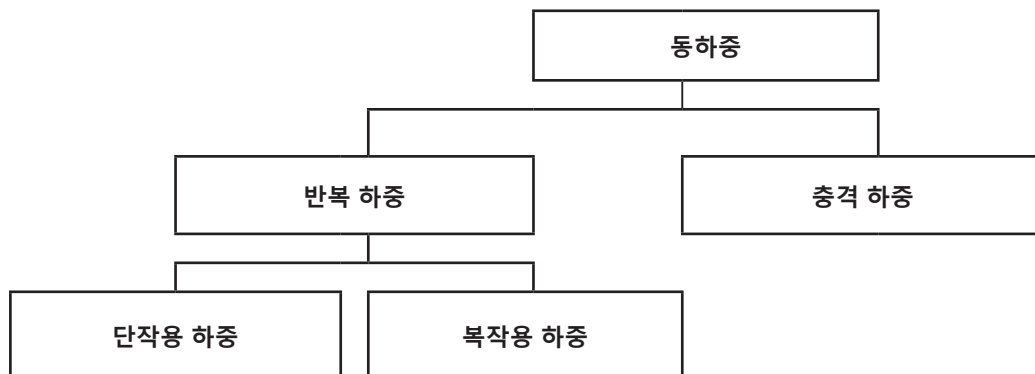


그림 2-22 동하중 분류

기타 분류

또한 하중은 분포 상태에 따라 집중 하중과 분포 하중으로 분류됩니다. 전자는 단일점이나 매우 좁은 영역에 집중되지만 후자는 넓은 영역에 작용합니다.

5.2 응력(58페이지)

하중이 적용되는 물체는 적용된 하중에 저항하고 균형을 맞추기 위해 작용하는 힘(내력)을 생성합니다. 이러한 내력을 "응력"이라 하고 강도는 단위 영역당 힘의 크기로 표현됩니다. 그림 2-23 은 세로 힘이 로드에서 작용하면 생성되는 응력의 예를 보여줍니다.



그림 2-23 응력

응력은 인장 응력, 압축 응력 및 전단 응력으로 분류되고 인장 응력, 압축 응력 및 전단 응력 순으로 발생합니다. 구조 부재 단면적에서 하중을 A(mm²), 부재에 작용하는 인장 하중을 F (N) kg으로 지정한 경우 인장 응력을 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$\text{인장 응력} = \frac{\text{구조 부재에 적용된 인장 하중(N)}}{\text{구조 부재의 단면적(mm}^2\text{)}} = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

와이어 로프, 체인 또는 기타 슬링 기어의 강도는 크기와 형태가 동일하더라도 재료에 따라 다를 수 있습니다. 이러한 부품은 인상된 화물 자체 무게보다 큰 힘을 받게 됩니다. 화물 무게가 동적으로 이러한 부품에 작용하기 때문이며, 하중이 반복적으로 작용하면 재료 피로가 발생합니다.

이러한 요인을 고려하여 일반적으로 와이어 로프나 체인과 같은 선택한 슬링 기어가 파손될 수 있는 하중 이하의 기준 표준을 설정하는 단계를 수행합니다. 그런 다음 인상 작업을 안전하고 원활하게 수행할 수 있도록 기준 하중을 초과하여 슬링 기어를 사용하지 않도록 하고 슬링 기어에서 발생할 수 있는 실제 하중과 기준 하중을 직접 비교하는 효과적인 방법을 제공하기 위한 준비를 합니다.

6.1 와이어 로프, 체인의 안전 계수 및 안전 하중(60페이지)

파괴 하중

파괴 하중은 와이어 로프 하나가 파손되는 최대 하중입니다. (단위: kN)

안전 계수

와이어 로프와 체인의 파괴 하중과 이들에 적용된 최대 하중의 비율을 "안전 계수"라고 합니다.

안전 계수는 유형, 형태, 재료 및 슬링 기어 사용 방법을 고려하여 정의됩니다. 슬링 기어의 안전 계수는 다음과 같이 크레인의 안전 조례에 규정되어 있습니다.

- 와이어 로프: 6 이상
- 체인: 5 이상 또는 특정 조건이 충족되면 4 이상
- 후크, 새클: 5 이상

기준 안전 하중

기준 안전 하중(또는 기준 작업 하중)은 와이어 로프 하나를 사용하여 수직으로 인상할 수 있는 최대 하중이며 이 안전 계수를 고려합니다. 다음 공식으로 값을 계산할 수 있습니다.

기준 안전 하중(t) = 파괴 하중(kN) / 9.8 x 안전 계수

안전 하중

안전 하중(또는 작업 하중)은 와이어 로프 또는 체인 하나를 사용하여 수직으로 인상할 수 있는 최대 하중(t)이며 로프 개수와 슬링 각도에 따릅니다. 일부 슬링 기어에서는 안전 하중을 정격 하중이나 작업 하중으로 나타냅니다.

로프 개수와 슬링 각도

로프 개수는 화물의 슬링점 개수에 따라 2점 1로프 슬링, 2점 2로프 슬링, 3점 3로프 슬링, 4점 4로프 슬링 등으로 나타냅니다. 그림 2-24에서는 슬링 각도(후크에 장착된 슬링 와이어 로프 간의 각도)를 보여줍니다.

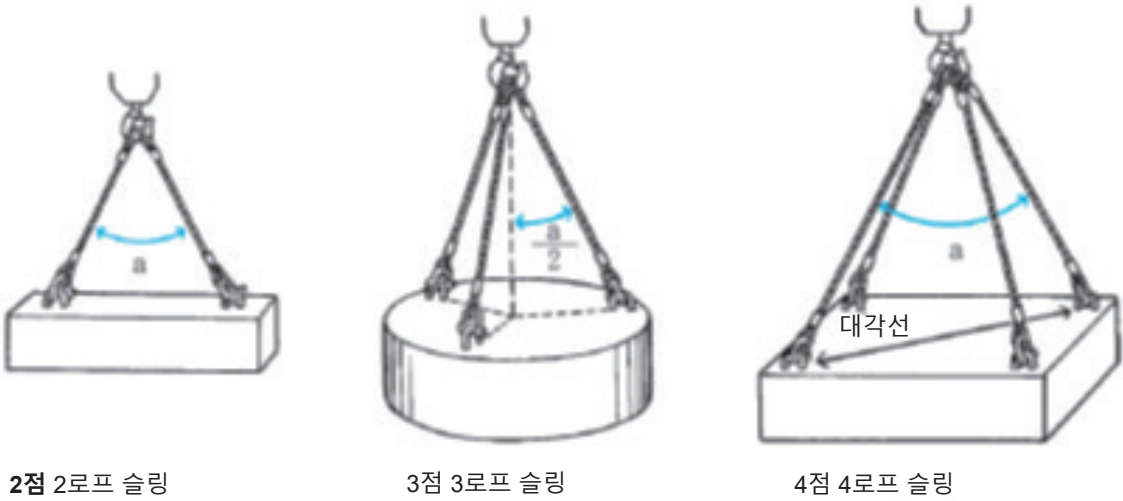


그림 2-24 로프 개수와 슬링 각도(a = 슬링 각도)

그림 2-25와 같이 와이어 로프 두 개를 사용하여 화물을 인상한 경우 화물 무게 m 을 지탱하는 힘은 각각 $F/2$ 값보다 큰 장력(F_1, F_2)의 합성력(F)입니다. 무게가 지정된 화물의 경우 슬링 각도가 커지면 장력 F_1 및 F_2 가 증가합니다.

또한 장력 F_1 및 F_2 의 수평 분력 P 는 슬링 각도에 따라 증가합니다. 이 수평 분력 P 는 화물에서 압축력으로 작용하여 슬링 와이어 로프를 안쪽으로 당깁니다. 따라서 슬링 각도가 크면 주의해야 합니다.

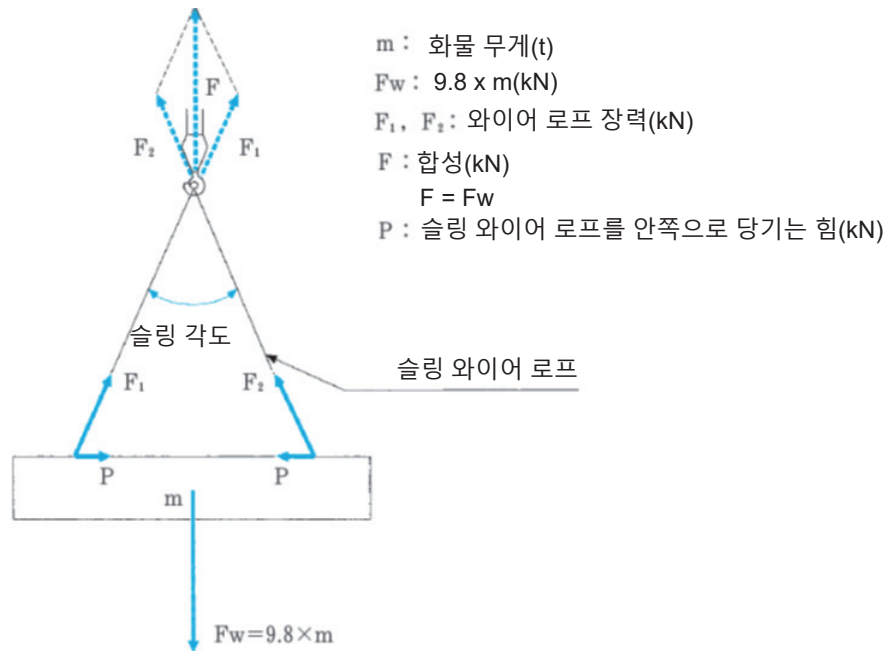


그림 2-25 슬링 와이어 로프 장력

장력 지수

장력 지수는 슬링 각도마다 와이어 로프 하나에 적용되는 하중(장력)을 계산한 값입니다. 로프 개수가 변경되더라도 장력 지수와 로프 개수로 와이어 로프 하나에 대한 하중(장력)을 계산할 수 있습니다. 와이어 로프의 슬링 각도와 장력 간의 관계는 교재(63페이지의 표 2-4)를 참조하십시오.

그림 2-26에서는 와이어 로프의 슬링 각도와 장력 간의 관계를 보여줍니다. 슬링 각도가 커지면 화물 무게가 변경되지 않더라도 와이어 로프에 적용되는 장력이 증가하므로 보다 두꺼운 로프를 사용해야 합니다.

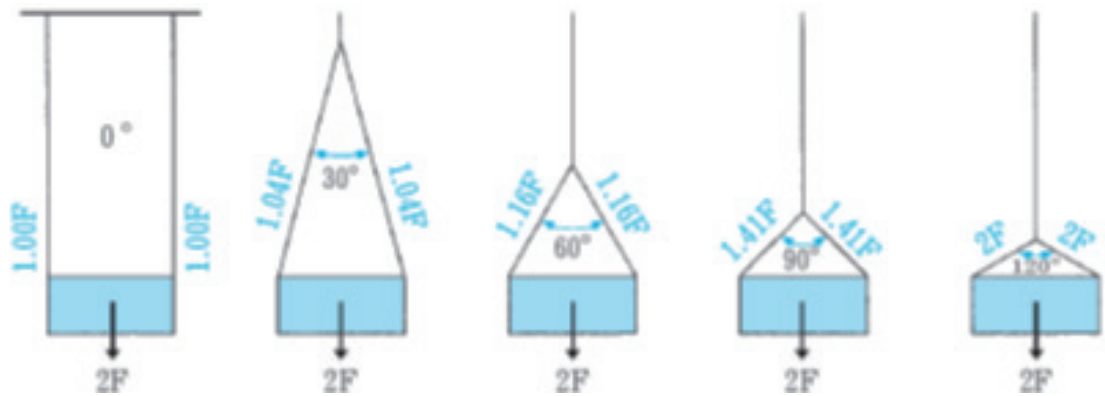


그림 2-26 슬링 각도와 장력 간의 관계

모드 인수

특정 로프 개수와 슬링 각도에서 기준 안전 하중에 대한 와이어 로프의 안전 하중 비율을 "모드 인수"라고 합니다. (61페이지의 표 2-5 참조)

이 값은 실제 슬링 각도에 따라 달라집니다. 하지만 슬링 각도는 특정 범위로 분류되고 특정 값은 각 특정 사용 범위에서 공유됩니다.

6.2 슬링 와이어 로프 선택 시 주의사항(64페이지)

슬링 와이어 로프 선택 시 안전 하중을 계산하려면 장력과 모든 인수를 사용합니다.

장력 지수로 계산

다음 방정식으로 와이어 로프 하나에 필요한 기준 안전 하중을 계산할 수 있습니다.

와이어 로프 하나에 필요한 기준 안전 하중 = (화물 무게 / 로프 개수) x 장력 지수



슬링 각도: 40°
무게: 8 t

그림 2-27 2로프와 4점으로 1회전 슬링

모드 인수로 계산

다음 방정식으로 와이어 로프 하나에 필요한 기준 안전 하중을 계산할 수 있습니다.

기준 안전 하중 = 화물 무게 / 모드 인수

3장

슬링 기어 선택 및 취급 방법

와이어 로프, 체인, 벨트 슬링, 후크 및 새클은 화물 무게와 형태에 따라 크레인으로 슬링하기 위한 슬링 기어로 사용됩니다. 이러한 슬링 기어의 안전 계수는 다음과 같이 크레인의 안전 조례(213조 및 214조)에 규정되어 있습니다.

- 슬링 와이어 로프: 6 이상
- 와이어 슬링 체인: 5 이상 또는 특정 조건이 충족되면 4 이상
- 후크, 새클: 5 이상

클램프와 해커도 사용되며, 벨트 슬링 및 라운드 슬링과 같은 섬유 로프도 점점 많이 사용되고 있습니다. 규정에서는 이러한 항목의 안전 계수를 규정하고 있지 않지만 일본 크레인 협회 기준에서는 다음과 같이 안전 계수를 지정했습니다.

- 클램프 및 해커: 5 이상
- 벨트 슬링, 라운드 슬링: 6 이상

1 와이어 로프(67페이지)

1.1 와이어 로프 개요(67페이지)

와이어 로프 구조

와이어 로프는 강력한 탄소강으로 제조된 이음매 없는 와이어 수십 개를 서로 꼬아 만든 스트랜드 여러 개를 함께 꼬아 제조됩니다.

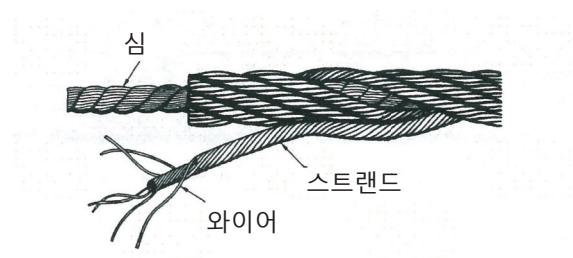


그림 3-1 와이어 로프 구조

와이어 로프 중심에 있는 물질을 "심"이라고 합니다. 심은 로프 형태를 유지하고, 유연성을 제공하며, 파손되지 않도록 충격과 진동을 흡수합니다. 심은 식물 섬유나 와이어로 제조됩니다. 슬링용으로 6스트랜드 와이어 로프가 널리 사용됩니다. (68페이지의 표 3-1 참조)

스트랜드 안쪽에 와이어(필러 와이어)가 채워진 와이어 로프를 "필러 유형"이라고 합니다.

일반적으로 와이어 로프 구조는 구조 코드(스트랜드 개수 x 각 스트랜드에 포함된 와이어 개수)로 표시됩니다(예: 6 x 24 또는 6 x 37)

직경 크기가 다른 와이어 로프 중에서 일반적으로 작은 와이어 다수로 제조된 와이어 로프는 유연성이 뛰어나고, 특히 각 스트랜드 중심에 심이 있는 와이어 로프는 유연성이 더욱 뛰어나고 취급이 간편합니다.

꼬임 유형

그림 3-2에서는 와이어 로프에 사용되는 꼬임 유형을 보여줍니다. "보통 꼬임"은 스트랜드와 와이어 로프를 반대 방향으로 꼰 꼬임이고 "랭 꼬임"은 스트랜드와 와이어 로프를 같은 방향으로 꼰 꼬임입니다. 각 꼬임은 오른쪽 꼬임과 왼쪽 꼬임(Z 및 S)으로 구분됩니다. 보통 꼬임 와이어 로프는 랭 꼬임 와이어 로프에 비해 빨리 마모되지만 꼬임이 풀리지 않거나 뒤틀리지 않아 취급하기가 쉽습니다. 슬링에서는 보통 꼬임 Z(오른쪽) 와이어 로프가 널리 사용됩니다.

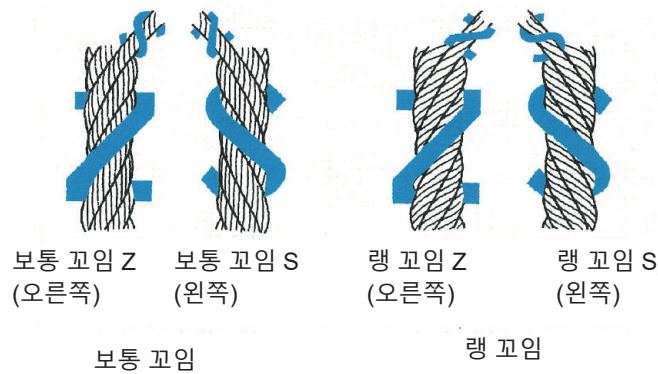


그림 3-2 꼬임 유형

와이어 로프 직경

와이어 로프의 직경 크기는 단면의 외접원 직경으로 표시됩니다. 그림 3-3의 설명대로 슬라이드 캘리퍼를 사용하여 단면에서 세 방향으로 와이어 로프의 직경을 측정한 후 측정 결과의 평균을 구해 결정됩니다. 제조 시 구해진 공칭 직경의 공차는 0~+7%입니다(직경이 10 mm 이하인 와이어 로프의 경우 0~+10%).

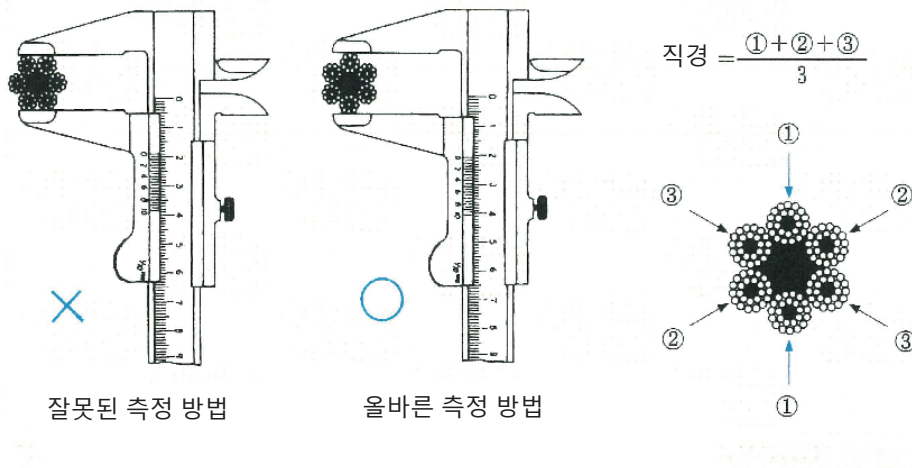


그림 3-3 와이어 로프 직경 측정 방법

1.2 슬링 와이어 로프의 안전 하중(70페이지)

안전 하중(JISB8817에서 "작업 하중")

안전 하중은 로프 개수와 슬링 각도에 따라 인상할 수 있는 최대 하중(t)입니다.

장력 지수, 모드 인수 및 안전 하중 표를 사용하여 안전 하중을 계산할 수 있습니다.

- 장력 지수로 계산
안전 하중 = 기준 안전 하중 x (로프 개수 / 장력 지수)
- 모드 인수로 계산
안전 하중 = 기준 안전 하중 x 모드 인수
- 안전 하중 표로 계산

사용할 슬링 기어의 안전 하중 표가 제공되면 표를 참조하여 안전 하중을 확인합니다. (75~78페이지의 표 3-7 (a)~(d)) 예를 들어 와이어 로프 유형이 지정된 경우 슬링 각도와 로프 개수를 확인하면 안전 하중을 계산할 수 있습니다.

와이어 로프 하중 관련 기술 용어는 2장: 와이어 로프, 체인 및 기타 슬링 기어 강도(60페이지)를 참조하십시오.

장력 지수

장력 지수는 슬링 각도마다 와이어 로프 하나에 적용되는 하중(장력)을 계산한 값입니다.

표 3-1 와이어 로프의 슬링 각도별 장력 지수

슬링 각도	장력 지수
0°	1.00
30°	1.04
60°	1.16
90°	1.41
120°	2.00

모드 인수

특정 로프 개수와 슬링 각도에서 기준 안전 하중에 대한 슬링 기어의 안전 하중 비율을 "모드 인수"라고 합니다. (72페이지의 표 3-3 참조)

와이어 로프 파괴 하중

와이어 로프 강도는 사용한 와이어의 당기기 세기에 따라 G 등급, A 등급 또는 기타로 분류됩니다. (72페이지의 표 3-4 참조)

슬링에 가장 널리 사용되는 6 x 24 및 6 x 37의 G 등급 및 A 등급 와이어 로프의 파괴 하중은 교재를 참조하십시오. (73페이지의 표 3-5 참조)

슬링 와이어 로프의 기준 안전 하중

크레인의 안전 조례에서는 슬링 와이어 로프의 안전 계수가 6 이상으로 규정되어 있습니다. 기준 안전 하중은 와이어 로프 하나를 사용하여 수직으로 인상할 수 있는 최대 하중이며 이 안전 계수를 고려합니다. (74페이지의 표 3-6 참조)

다음 방정식으로 6 x 24 와이어 로프 하나의 대략적인 기준 안전 하중을 계산할 수 있습니다.

$$\text{기준 안전 하중}(t) \approx 0.008 \times (\text{와이어 로프 직경})^2$$

와이어 로프 직경 단위는 mm입니다.

로프 개수와 슬링 각도로 구한 슬링 와이어 로프의 기준 안전 하중

2점 2로프 슬링의 안전 하중

공칭 직경이 각각 6 x 24 및 6 x 37인 와이어 로프의 안전 하중은 교재를 참조하십시오. (75페이지의 표 3-7(a), 76페이지의 표 3-7(b), 77페이지의 표 3-7(c), 78페이지의 표 3-7(d))



그림 3-4 2점 2로프 슬링의 슬링 각도

3점 3로프 슬링의 안전 하중

그림 3-5와 같이 슬링 와이어 로프 세 개 모두에 균일하게 하중이 적용되는 경우 슬링 각도는 $a/2$ 의 두 배이고 안전 하중은 2점 2로프 슬링의 안전 하중을 보여주는 표 3-7에서 확인한 값의 1.5배입니다.

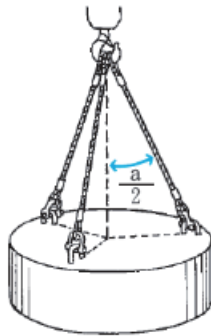


그림 3-5 3점 3로프 슬링의 슬링 각도

4점 4로프 슬링의 안전 하중

4점 4로프 슬링의 경우 안전 하중은 2점 2로프 슬링 안전 하중의 두 배입니다. 따라서 안전 하중은 표 3-7에 나와 있는 해당 하중의 두 배입니다. 화물 형태나 슬링 와이어 로프 길이가 살짝 달라 로프 4개에 하중을 균일하게 적용하기 어려운 경우에는 3로프 슬링의 모드 인수를 기준으로 안전 부하를 계산하면 됩니다.

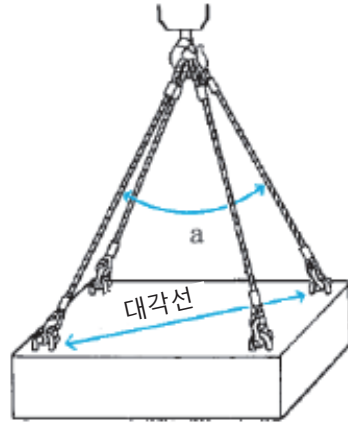
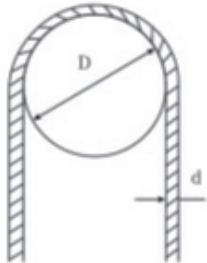


그림 3-6 4점 4로프 슬링의 슬링 각도

굽힘으로 인해 감소된 와이어 로프 강도

와이어 로프 직경에 대한 후크 및 새클과 같은 기어의 직경 D 의 비율(D/d)에 따라 안전 하중이 감소하면 작업에 사용할 장비를 선택할 때 직경을 고려해야 합니다.

(참조)



로프 구조	D/d	%			
		1	5	10	20
6 x 24		50	30	25	10
6 x 37		45	22	10	5
6 x Fi(25), Fi(29)		45	25	15	4

굽힘으로 인해 감소된 와이어 로프 강도 예(일본 와이어 제품 협회)

1.3 로프 끝단 마감 처리(83페이지)

슬링 기어로 사용되는 와이어 로프는 엔드리스이거나 와이어 로프 양쪽 끝에 후크, 새클, 링 또는 아이가 있어야 합니다. 그림 3-7에서는 일반적으로 슬링에 사용되는 와이어 로프를 보여줍니다.

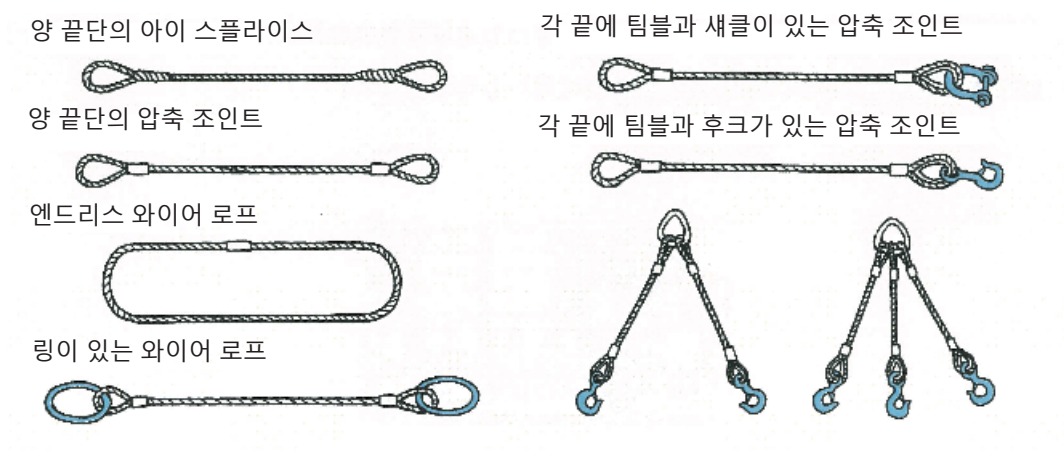


그림 3-7 슬링 와이어 로프

"마키사시"(와인딩 삽입)는 "카고사시"(분할 삽입)보다 만들기 쉽지만 하중으로 인해 와이어 로프가 회전하는 상황에 사용하면 이 스플라이스에서 꼬임이 풀리거나 느슨해질 수 있습니다.

사람이 아이 스플라이스를 수행하면 스플라이스 능력 수준에 따라 세기가 달라질 수 있습니다. 슬링 와이어 로프가 화물 인상용으로 제공되는 경우 화물을 고정 방식으로 걸거나 조이는 고정 와이어가 제공됩니다. (84 페이지의 그림 3-14)

압축 조인트

"잠금"이라고도 하는 압축 접합은 아이 네크에 특수 금속 부품을 장착하고 압축하여 와이어 로프 끝을 리본 형태로 만드는 방법입니다. 가공 방법에 따라 압축 접합된 와이어 로프의 품질이 다르므로 믿을 수 있는 특수 공장에서 생산된 와이어 로프를 사용해야 합니다. 와이어 로프를 화물 밑에서 당길 때 압축 접합된 슬링 와이어 로프가 손상되지 않았는지, 끝단이 화물에 의해 손상되지 않았는지 주의 깊게 확인합니다.

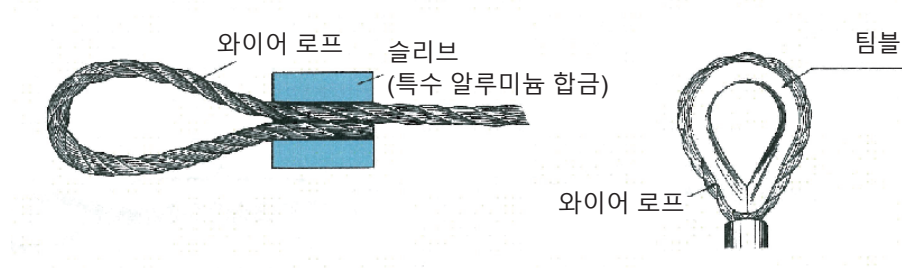


그림 3-8 압축 접합 방법

사용 시 주의사항

슬링 와이어 로프를 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 안전 계수가 6 이상이고 올바른 슬링 각도에서 모든 화물을 인상해야 합니다.
- 항상 와이어 로프의 손상 가능한 부분을 확인하십시오.
- 마모되었거나 뒤틀림이 있거나 다른 손상이 있는 로프를 사용하지 마십시오.
- 가능한 한 고온 제품을 슬링하지 마십시오.
- 작업 현장이 연안 지역이거나 염분으로 인한 손상이 발생할 수 있는 장소인 경우 가급적 도금된 와이어 로프 (G 등급)를 사용하십시오.
- 가능하면 로프 하나로 슬링하지 마십시오. 화물을 회전하면 와이어 로프 꼬임이 풀려 화물이 떨어질 수 있습니다. (135페이지 참조)
- 와이어 로프를 보관하는 경우 사용 범주별로 분류하고 환기가 잘 되고 습기, 열, 먼지, 산성 및 기타 원치 않는 요소가 없는 장소에 정리하십시오.
- 엔드리스 와이어 로프를 조인트 부분에서 구부리거나 걸지 마십시오.
- 알루미늄 합금의 와이어 로프를 해수에 담그지 마십시오.
- 장시간 사용한 경우 알루미늄 합금이 손상되어 결합력이 감소할 수 있습니다.
- 압축 조인트가 있는 슬링 와이어 로프의 아이 부분 열림각이 60도를 초과하지 않도록 하십시오.

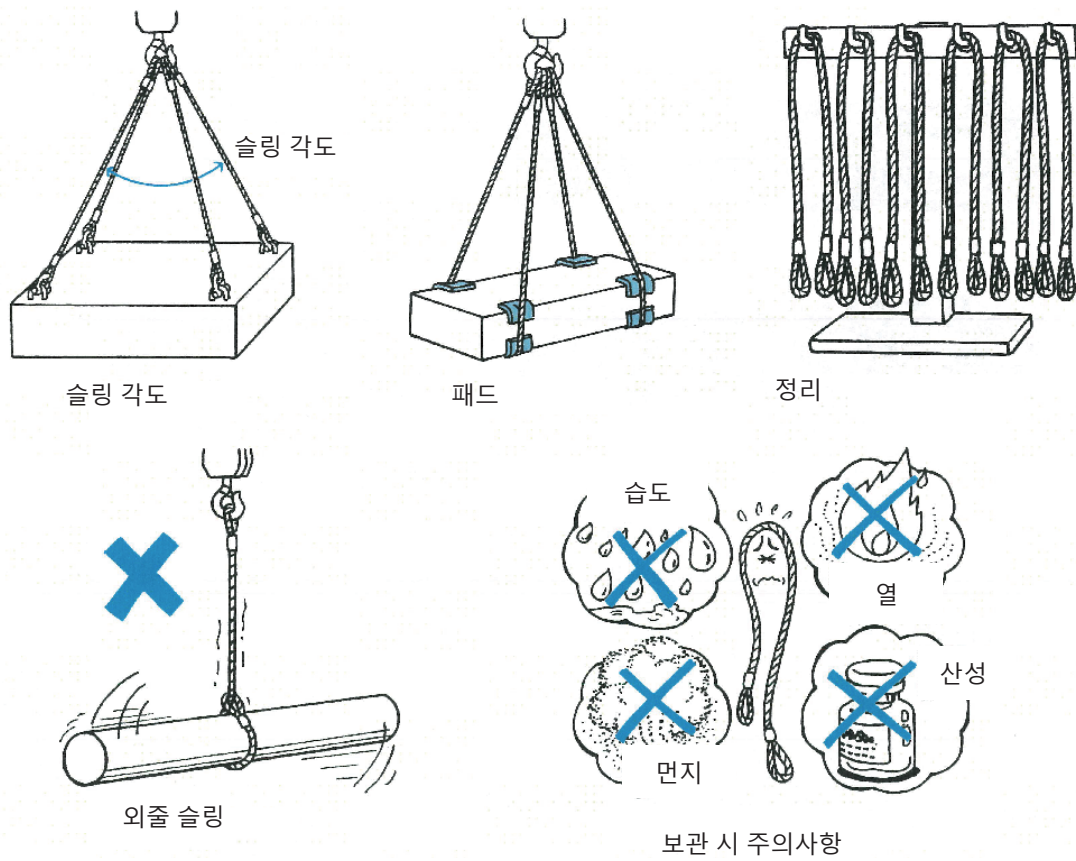


그림 3-9 슬링 와이어 로프 사용 시 주의사항

체인은 와이어 로프에 비해 열, 부식 및 변형에 강합니다.

체인 크기는 컴포넌트 강철 환봉의 직경(mm)으로 표시되며, 이 직경을 체인 "공칭 직경"이라 합니다. 체인의 종류는 다양하지만 가장 널리 사용되는 체인은 링크 체인이며 간혹 무거운 화물을 슬링할 때 스타드 링크 체인이 사용됩니다.

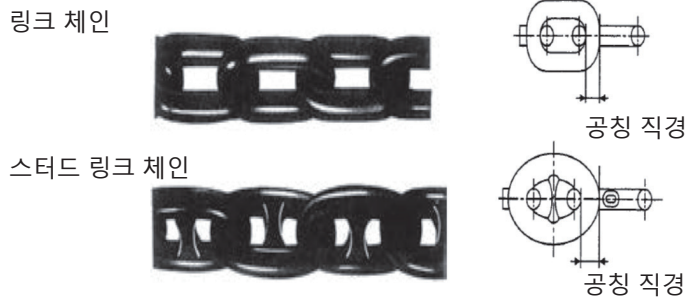


그림 3-10 체인 유형

일반적으로 체인 슬링은 그림 3-11의 설명대로 양 끝단에 후크, 링 또는 기타 금속 부품이 장착된 체인으로 구성됩니다.

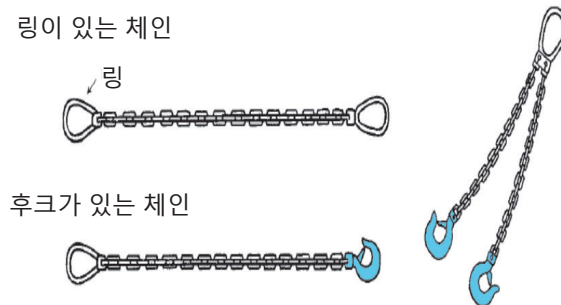


그림 3-11 체인 슬링

사용 시 주의사항

체인을 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 작업 하중을 알고 있는 슬링 체인을 선택하십시오. 일부 제품의 경우 링 부분에 작업 하중 태그가 부착되어 있습니다.
- 안전 계수가 크레인 안전 규정에서 규정한 5 이상이고 올바른 슬링 각도에서 모든 슬링 체인이 사용되는지 확인하십시오.
- 사용하기 전에 꼬임을 푸십시오.
- 높은 위치에서 슬링 체인이 떨어지지 않도록 주의하십시오.
- 슬링 체인을 열에 직접 노출시키지 마십시오.
- 크레인으로 화물 아래에서 체인을 당기지 마십시오.
- 세기를 줄이기 위해 후크의 끝단, 핀 또는 기타 부품을 체인의 링크에 찢어넣지 마십시오.
- 추운 장소에서 슬링 체인을 사용하는 경우 충격이 가해지지 않도록 주의하십시오.
- 인상할 화물 슬링에 비계 결속용 체인을 사용하지 마십시오. (89페이지의 그림 3-20)

3

섬유 로프(89페이지)

섬유 로프는 와이어 로프나 체인보다 가볍고 취급이 간편합니다. 또한 인상하는 화물을 손상시키지 않습니다.

3.1 벨트 슬링(89페이지)

벨트 슬링의 경우 안전 계수가 각각 6 및 5 이상인 벨트 부분과 금속 피팅이 있는 벨트 슬링을 선택합니다.

유형 및 최대 작업 하중(기준 안전 하중)

벨트 슬링 유형은 등급, 유형 및 폭으로 정의되며 태그에 표시되어 있습니다. 벨트 슬링에는 폭이 다른 두 가지 유형이 있습니다.

각 유형의 최대 작업 하중은 교재를 참조하십시오. (92페이지의 표 3-11, 3-12)

사용 시 주의사항

벨트 슬링을 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다. (93페이지의 그림 3-22)

- 용도에 맞는 벨트를 선택하고 사용하십시오. 폴리프로필렌은 자외선에 민감하므로 외부를 폴리프로필렌으로 제조한 벨트를 사용하지 마십시오. 새 화학 물질이나 알 수 없는 용매를 사용하는 경우 제조업체에 문의하십시오.
- 색상이 다른 표시는 손상이 진행 중임을 표시하므로 사용 제한이 표시된 벨트를 사용하지 마십시오.
- 온도 범위(-30°C~50°C)를 벗어난 벨트를 사용하는 경우 제조업체에 작업 하중을 문의하십시오. 100°C가 넘는 온도에서 벨트를 사용하지 마십시오.
- 벨트에 물이나 기름이 묻으면 쉽게 미끄러집니다.
- 화물과 벨트 슬링을 보호하고 옆으로 미끄러지지 않도록 각진 화물 가장자리에 패드를 부착하십시오.
- 쇼크형 걸이를 사용하는 경우 단단히 고정된 벨트 슬링의 올가미로 화물을 거십시오.
- 크레인 운전자는 화물이 인상되는 동안에는 작업 위치를 벗어나서는 안됩니다.
- 심하게 꼬여 있거나 서로 묶여 있거나 당겨져 있는 벨트를 사용하지 마십시오.
- 화물 아래에서 벨트 슬링을 당기는 경우 손상되지 않도록 주의하십시오.
- 지면이나 바닥에서 벨트를 끌지 마십시오. 금속 피팅이 있는 벨트 슬링이 높은 장소에서 떨어지지 않도록 하십시오.
- 화물 아래에 벨트를 놔두지 마십시오(장시간).
- 다른 슬링 기어나 호이스팅 액세서리와 함께 벨트를 사용하는 경우 연결 부분이 손상되지 않았는지 확인하십시오.
- 벨트를 열, 화학 물질 및 직사광선에서 멀리 떨어뜨리십시오.
- 벨트 슬링을 화학 제품에 사용한 경우 보관하기 전에 철저히 세척하십시오.
- 벨트가 기름이나 먼지로 인해 더러워진 경우 보관하기 전에 중성 세제로 세척하십시오.
- 검사 후 벨트 슬링이나 금속 피팅을 폐기한 경우 수리하거나 작업 하중을 줄여 다시 사용하지 마십시오.
- 일반적이지 않은 상황에서 벨트 슬링을 사용할 경우 제조업체에 문의하십시오.

벨트 슬링 작업 하중

실제 슬링 작업에서 올바른 벨트 슬링을 선택할 때 모드 인수와 슬링 각도를 고려해야 합니다.

III 등급 제품의 작업 하중과 슬링 방법은 교제를 참조하십시오. (94페이지의 표 3-13, 3-14) 안전을 위해 슬링 각도가 60도 미만인 상태로 사용하는 것이 좋습니다.

3.2 라운드 슬링(95페이지)

라운드 슬링은 합성 섬유사의 스트랜드를 꼬아 만든 심 하나로 구성되어 있고 심은 직조된 외피로 덮여 있습니다. 안전 계수는 벨트 슬링의 안전 계수와 동일합니다.



외관



심 재료

그림 3-12 라운드 슬링

라운드 슬링 유형

라운드 슬링 유형은 심 재료에 사용된 원사 유형, 슬링 형태 및 최대 작업 하중에 따라 분류됩니다. (96페이지의 표 3-16)

JIS B 8811 기준에서는 아래 표와 같이 외피에 사용되는 색상 코드를 정의하여 최대 작업 하중을 표시합니다. 하지만 일부 제품에서는 회사 간의 계약에 따라 다른 색상 코드를 사용할 수 있습니다.

최대 작업 하중(t)	0.5	1.0	1.6	2.0	3.2	5.0	8.0
외피 색상	회색	보라색	파란색	녹색	노란색	빨간색	남색

사용 시 주의사항

라운드 슬링 사용 시 주의사항은 벨트 슬링 사용 시 주의사항과 거의 동일하지만 다음 부분을 특별히 주의해야 합니다.

- 범용 라운드 슬링을 화학 물질과 함께 또는 내열성이 필요한 경우에 사용해서는 안 됩니다.
- 검사를 수행하여 외피에서 경미한 손상을 발견하면 제조업체에 문의하여 수리하십시오.

4.1 클램프(97페이지)

조임력은 화물 무게에 비례하므로 캠식 클램프는 화물이 바닥이나 지면으로 내려지거나 부주의로 다른 화물과 접촉한 경우 화물을 풀거나 떨어뜨려 일시적으로 무적재 상태로 만듭니다. 따라서 현재 널리 사용되는 캠식 클램프 대부분에는 그림 3-13과 같이 안전 잠금 장치가 있어 실수로 인한 화물 고정 손실을 방지합니다.



그림 3-13 캠식 클램프

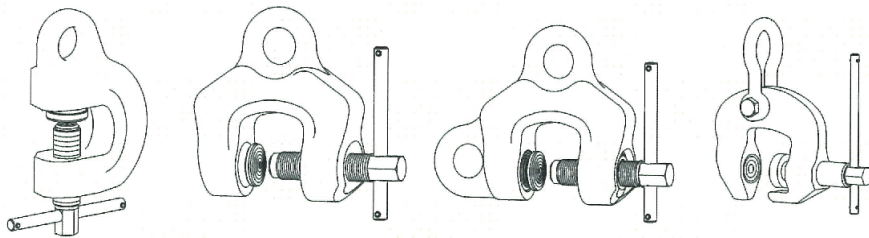


그림 3-14 나사식 클램프

최근에는 나사식 클램프가 널리 사용되고 있습니다.

사용 시 주의사항

클램프를 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 작업 유형에 따라 수직 또는 수평 클램프를 사용하십시오. 수직 및 수평 슬링용 멀티 클램프도 사용할 수 있습니다.
- 지정된 작업 하중(최저 및 최고)과 플레이트 두께 이내의 클램프를 사용하십시오.
- 슬링 각도가 60도 미만이고 인접 슬링 간의 각도가 30도 미만인지 확인하십시오. (그림 3-27)
- 화물이 COG에 걸려 있더라도 회전하면 클램프가 떨어질 수 있으므로 1점 슬링을 피하십시오.
- 클램프를 화물에 설치할 경우 개구부 끝까지 삽입하고 안전 잠금 장치를 체결하십시오.
- 화물의 설치 부분이 당기는 방향으로 기울어져 있으면 사용하기 전에 제조업체에 문의하십시오.
- 캠과 죠가 막힌 경우 사용하기 전에 제거하십시오.
- 마모된 캠과 죠를 사용하지 마십시오(제조업체 기준에 따름).
- 화물을 슬링하기 전에 표면에서 기름, 코팅, 녹 또는 비늘(있는 경우)을 완전히 제거하십시오.
- 화물이나 클램프에 충격 하중이 적용되지 않도록 주의하십시오.
- 클램프를 사용하여 150°C 이상의 고온 화물을 걸지 마십시오.
- 2층 이상 쌓여 있거나 패드가 부착된 화물을 인상하지 마십시오.
- 링에 와이어 로프를 직접 삽입하는 대신 새클을 사용하십시오.

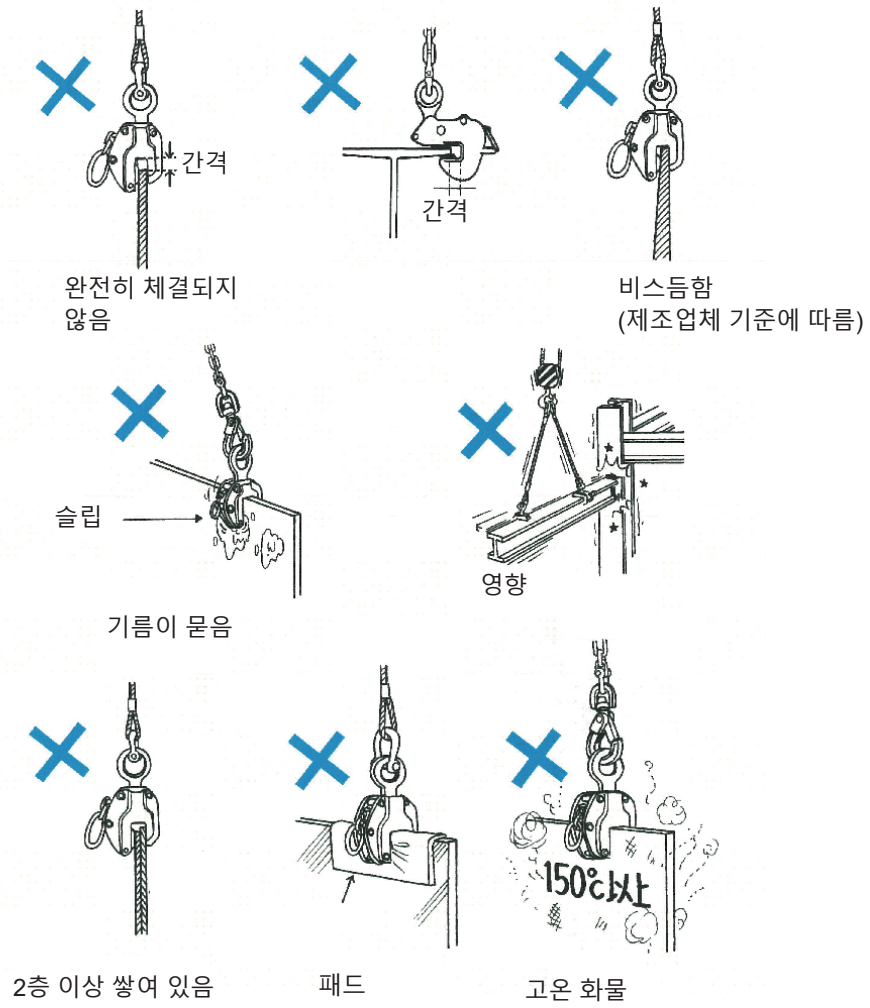


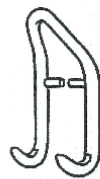
그림 3-15 허용할 수 없는 클램프로 거는 방법

4.2 해커(99페이지)

해커는 끝에 발톱이 한 개나 두 개 있는 슬링 기어로, 강판, 형간 또는 파이프와 같은 제품을 잡아 운송할 수 있습니다.



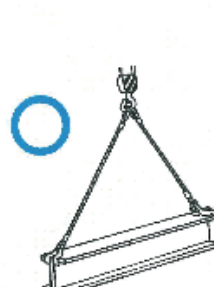
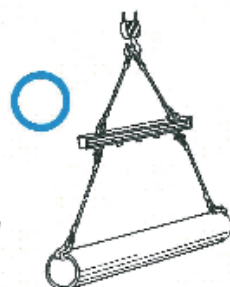
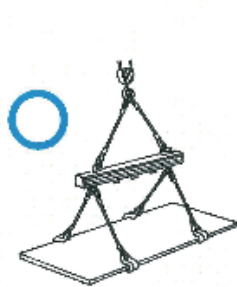
발톱이 두 개인 해커



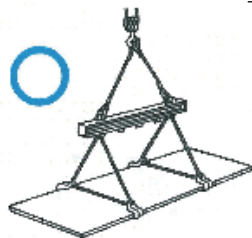
발톱이 한 개인 해커



그림 3-16 해커

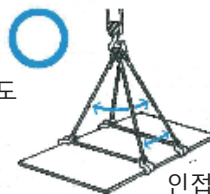


후크로 슬링



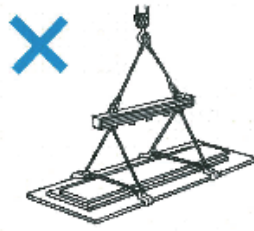
드로 스트링거 슬링

슬링 각도



인접 슬링 간 각도

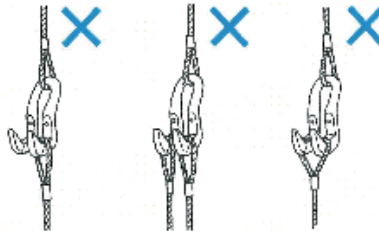
그림 3-17 해커로 슬링



치수가 다른 쌓여 있는 화물을 인상할 경우 해커를 사용하지 마십시오.



해커 발톱 두 개 중 하나만 사용하지 마십시오.



슬링 와이어 로프를 발톱에 놓지 마십시오.

그림 3-18 허용할 수 없는 해커 사용 방법

사용 시 주의사항

해커를 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 화물의 형태, 무게 및 두께에 맞는 해커를 선택하십시오. (그림 3-30)
- 치수가 다른 쌓여 있는 화물을 인상할 경우 해커를 사용하지 마십시오.
- 슬링 각도가 60도 미만이고 인접 슬링 간의 각도가 30도 미만인지 확인하십시오.
- 올바른 화물 COG를 찾고 COG 사이 위치에 해커를 두 개 이상 장착하십시오.
- 해커를 발톱 끝까지 확실하게 삽입하십시오.
- 발톱 두 개 중 하나만 사용하지 마십시오.
- 슬링 와이어 로프를 발톱에 놓지 마십시오.
- 150°C 이상의 고온 화물을 슬링하는 데 또는 주변 온도가 -15°C 이하인 추운 장소에서 해커를 사용하지 마십시오(일본 크레인 협회 기준 해커 검사 설명서).
- 개조하거나 용접으로 수리한 해커를 사용하지 마십시오.

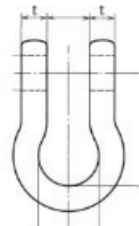
4.3 기타(101페이지)

위 설명된 장치 외에 다음 장치를 슬링에 사용할 수 있습니다.

새클

슬링에 사용되는 새클은 볼트 또는 핀의 유형에 따라 보 새클과 스트레이트 새클로 구성됩니다.

새클 등급은 사용된 재료의 당김 세기에 따라 M, S, T 또는 V로 분류됩니다. (101페이지의 그림 3-32, 102 페이지의 그림 3-33, 표 3-17)



t는 공칭 직경을 나타냅니다.

그림 3-19 새클 공칭 직경

사용 시 주의사항

새클을 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 지정된 작업 하중과 사용에 따라 올바른 새클을 선택하십시오.
- 나사식 새클을 사용하는 경우 그림 3-20과 같이 새클 볼트를 슬링 와이어 로프의 아이에 연결하십시오.
- 그림 3-21과 같이 새클의 볼트 축을 통해 와이어 로프를 넣지 마십시오. 볼트를 회전할 수 있습니다.
- 새클에 직접 굽힘력이 적용되지 않는지 확인하십시오.
- 가열되거나 두드러져 수리한 새클을 사용하지 마십시오.

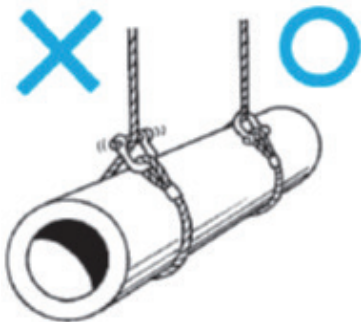


그림 3-20 새클 위치

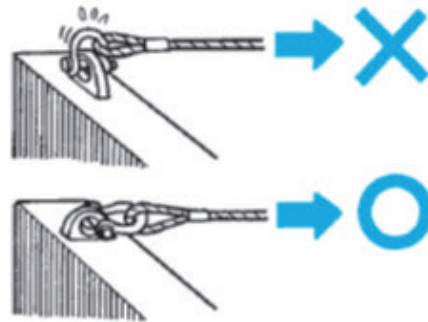


그림 3-21 새클 사용 예

아이볼트 및 아이너트

아이볼트와 너트는 그림 3-22와 그림 3-23과 같이 링이 있는 볼트와 너트입니다. 인상할 때 쉽게 걸 수 있도록 사전에 기계나 부품에 장착합니다.

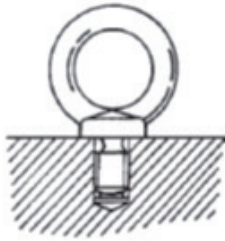


그림 3-22 아이볼트

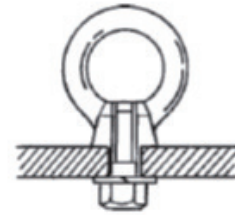


그림 3-23 아이너트

사용 시 주의사항

아이볼트와 아이너트를 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 화물 유형에 따라 적합한 아이볼트와 아이너트를 선택하십시오.
- 아이볼트가 횡력에 노출되지 않도록 하십시오. 그렇지 않으면 강도가 매우 크게 줄어듭니다.
- 시팅 면이 밀착하고 있는지 확인하십시오. 밀착으로 인해 아이 방향이 일치하지 않으면 와셔를 사용하여 조정하십시오.

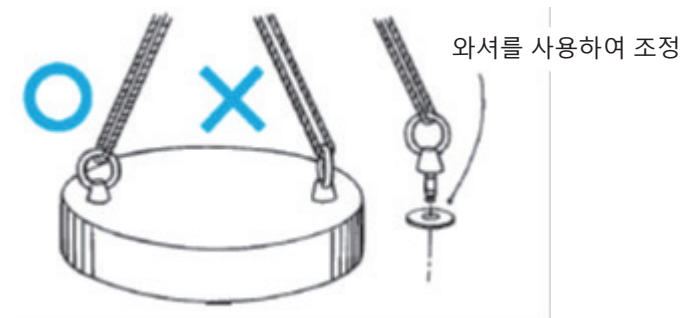


그림 3-24 아이볼트 사용 예

리프팅 빔

리프팅 빔은 긴 화물을 인상하거나 화물이 손상되지 않도록 와이어 로프를 수직으로 인상할 때 사용됩니다. (104 페이지의 그림 3-39)

사용 시 주의사항

리프팅 빔을 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 화물 유형에 따라 적합한 리프팅 빔을 선택하십시오.
- 다용도 리프팅 빔의 경우 사전에 슬링점과 인상 조건을 확인하십시오.
- 슬링점 간에 하중 분포가 균일하지 않은 다점 슬링에 리프팅 빔을 사용하는 경우 이러한 균일하지 않은 분포 하중을 고려하여 리프팅 빔이 수평이 되도록 규정된 슬링 기어를 사용하십시오.

4.4 슬링 액세서리(105페이지)

크레인으로 운송할 때 사용되는 슬링 제품 중에는 슬링 기어나 인상할 화물을 보호하거나 간편하게 슬링 작업을 수행할 수 있도록 패드 및 베어러 블록과 같은 슬링 액세서리가 사용됩니다.

패드

각진 화물 또는 손상되기 쉬운 화물을 인상할 경우 와이어 로프나 화물이 손상되지 않도록 하기 위해 패드가 사용됩니다.



그림 3-25 패드

베어러 블록

베어러 블록은 와이어 로프와 화물을 보호할 뿐만 아니라 슬링 작업을 안전하고 효율적으로 수행하는 데 사용됩니다. 화물 아래에서 발이 걸리지 않도록 주의하십시오.

사용 시 주의사항

베어러 블록을 안전하게 사용하려면 다음 주의사항을 주의 깊게 확인해야 합니다.

- 크기가 동일한 블록을 사용하십시오. 높이가 다른 블록을 사용하면 화물이 불안정해질 수 있습니다.
- 목재 블록의 경우 균열이 없거나 부패하지 않은 목재 블록을 사용하십시오.
- 양손으로 블록 두 면을 잡으십시오. 상단에 손을 얹지 마십시오.
- 화물 아래에서 베어러 블록 위치를 조정할 경우 블록 좌우면을 잡으십시오.

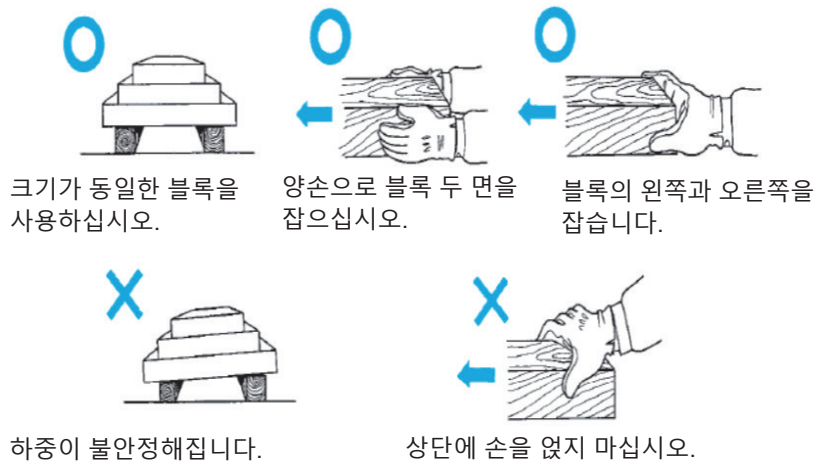


그림 3-26 베어러 블록

슬링 기어가 양호한 작동 상태로 유지되도록 정기적으로 그리고 필요할 때 슬링 기어를 점검해야 합니다. 이러한 검사를 수행하지 못하면 심각한 사고가 발생할 수 있습니다. 일일 작업에 사용하기 전에 슬링 기어의 모든 부품을 주의 깊게 점검하여 적합한 상태로 유지되고 있는지 확인하십시오. 일일 루틴 검사 외에 작동 조건에 따라 이러한 부품을 정기적으로 검사해야 합니다(예: 1주일에 한 번 또는 한 달에 몇 번). 하루에 사용된 빈도와 각 인상 시 무거운 화물을 수송한 빈도와 같은 요인에 의해 서비스 수명이 영향을 받기 때문입니다. 또한 장시간 보관 후 정비를 다시 시작하는 경우에는 매우 철저하게 검사해야 합니다.

크레인 안전 조례에서는 부적절한 슬링 기어 사용 금지에 대한 기준을 정의하고 있습니다. 마모 또는 변형 정도와 같은 요인에 대한 자세한 내용은 "천장 크레인 정기 자가 검사 지침"을 참조하십시오.

또한 규정에서 규정되지 않은 항목의 경우 제조업체에서 제공하는 지침 설명서에 지정된 기준을 따르십시오. 검사 시 슬링 기어에서 커버 손상, 변형 및 기타 손상과 같은 이상이 발견된 경우 즉시 손상된 슬링 기어를 수리하거나 사용하지 않아야 합니다. 이때 폐기한 슬링 기어를 다시 사용하지 못하도록 필수 조치를 취해야 합니다.

5.1 와이어 로프(107페이지)

와이어 로프 검사 포인트

- 파손된 와이어
- 줄어든 직경 및 마모
- 뒤틀림 및 변형
- 부식
- 끝단 마감 처리 및 기타 조인트 이상

와이어 로프 수용 불가 결정 기준

- 1회 꼬임에 포함된 총 와이어 수(필러 와이어 제외)의 10% 이상이 손상된 와이어 로프

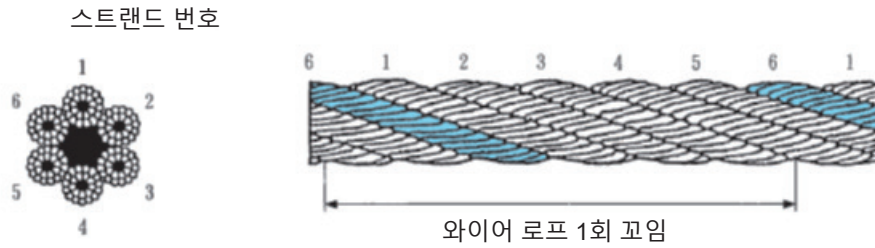


그림 3-27 와이어 로프 1회 꼬임

- 1회 꼬임에 포함된 총 와이어 수(필러 와이어 제외)의 5% 이상이 손상된 아이 부품(참조: 슬링 작업 안전 관련 지침)
- 직경이 공칭 직경 7% 이상 줄어든 경우
- 뒤틀림이 있는 경우. 수리하여 다시 사용하지 마십시오.



그림 3-28 뒤틀림

- 심각한 변형 또는 부식이 있는 경우
- 마감 처리된 끝단이나 압축 조인트 중 하나에 문제가 있는 경우(아이 스플라이스의 땅은 부분 또는 압축 조인트의 금속 슬리브)

와이어 로프 폐기 여부를 결정할 수 있도록 관련 법률에 기준이 설정되어 있습니다. 와이어 로프가 위에서 지정된 기준에 도달하기 전에 와이어가 파손되어 있거나 직경이 심하게 줄어든 와이어 로프를 새 와이어 로프로 바꾸는 게 좋습니다. 개별 손상이 교체 기준에 도달하지 않더라도 변형, 마모와 찢어짐, 파손된 와이어와 같은 문제로 인한 모든 손상이 특정 수준에 도달한 경우 이러한 문제가 두 개 이상 있는 와이어 로프를 사용해서는 안됩니다.

5.2 체인

체인 검사 포인트

- 연장
- 마모
- 균열
- 변형 또는 비틀린 링크
- 용접 또는 단접된 부품 이상

체인 수용 불가 결정 기준

- 체인이 생산된 직후에 원래 길이의 5% 이상 연장됐는지 확인
- 생산 시 단면 직경이 원래 크기의 10% 이상 감소된 것으로 확인된 경우
- 균열이 있는 경우
- 용접 또는 단접된 부품에 결함 또는 이상이 있거나 심하게 변형된 경우

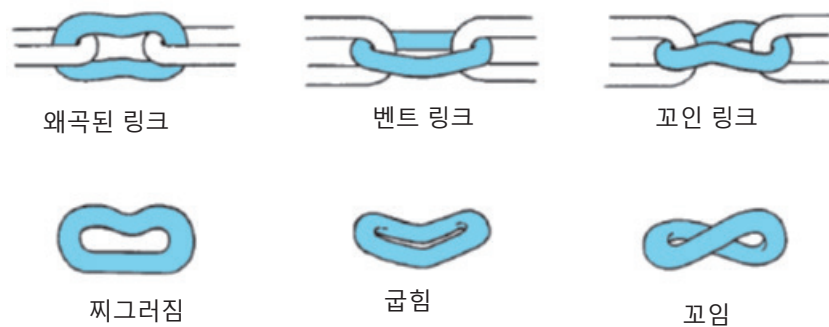


그림 3-29 체인 변형

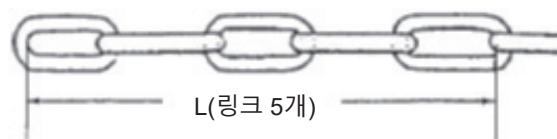


그림 3-30 체인 표준 길이

정비 시 가장 심각하게 연장된 체인 부분의 링크 5개 길이를 측정하여 링크 연장을 발견하면 이 길이와 기준 또는 표준 길이 역할을 하는 생산 시 확인된 체인의 원래 링크 5개 길이 간의 차이를 계산합니다. 그림 3-30을 참조하십시오. 새로 제조된 제품의 치수를 측정하여 비교해야 하는 경우 각 체인을 원장에 기록합니다.

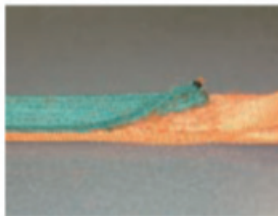
5.3 섬유 로프(110페이지)

시간 경과에 따른 섬유 로프와 벨트의 저하를 예측하거나 섬유 로프 강도의 기준을 설정하는 것은 어렵습니다. 따라서 다음 항목 검사에 특히 주의해야 합니다.

벨트 슬링

검사 포인트

- 손상된 조건: 마모(보풀), 스크래치, 봉제된 부분에서 파손된 실, 벗겨진 외피
- 비정상 외관: 저하, 착색, 녹아내림, 용해, 먼지
- 금속 피팅: 변형, 스크래치, 균열, 마모, 부식



봉제된 부분이 벗겨짐



본체가 벗겨짐



아이 부품에서 손상된 실

그림 3-31 벨트 벗겨짐

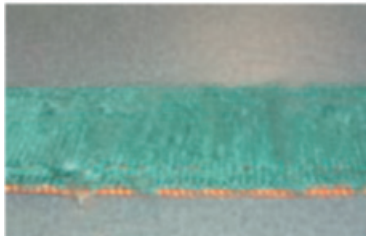


그림 3-32 본체에서의 보풀



그림 3-33 엔드 루프 손상

섬유 로프 및 벨트 수용 불가 결정 기준

- 보풀로 인해 슬링 질감을 알 수 없거나 봉사가 손상 또는 파손된 경우 봉사가 폭보다 넓게 벗겨진 경우
- 절단되거나 굵은 벨트 슬링의 폭이 폭 지침의 1/10에 해당되거나 두께가 두께 지침의 1/5에 해당되는 경우
- 봉제된 부분과 본체가 벗겨진 경우
- 사용 제한에 도달하거나 초과한 경우
- 열 또는 화학 물질에 의해 변색, 착색, 녹아내림 또는 용해된 경우
- 금속 피팅에 균열, 굽힘, 비틀림, 왜곡 및 스크래치가 있는 경우
- 금속 피팅의 마모가 심한 경우 (원래 크기의 10% 이상 마모된 경우)
- 금속 피팅 전체가 부식되거나 금속 피팅 한 부분이 심하게 부식된 경우
- 정비 수명이 초과한 경우(참조: 실내 7년, 야외 3년)
- 엔드 루프가 손상된 경우

라운드 슬링

검사 포인트

- 손상된 조건: 마모, 스크래치, 봉제된 부분의 파손된 실
- 비정상 외관: 저하, 착색, 녹아내림, 용해, 먼지
- 비정상 심: 심 부분이 부분적으로 경화됨, 불균일한 두께

라운드 슬링 수용 불가 결정 기준

- 외피가 손상되어 심이 보이는 경우
- 조인트 부분의 실이 헤어져 심이 보이는 경우
- 마찰, 열 또는 화학 제품으로 인해 심한 보풀, 탈색, 용해, 녹아내림 또는 부식이 있는 경우
- 너무 더러워 사용 여부를 판단하기 어려운 경우
- 심이 부분적으로 경화된 경우
- 심 두께가 균일하지 않게 된 경우
- 정비 수명이 초과한 경우(참조: 실내 7년, 야외 3년)



그림 3-34 외피 손상



그림 3-35 실 손상



그림 3-36 용해, 녹아내림



그림 3-37 더러움

5.4 기타 슬링 기어(112페이지)

후크, 새클, 링

검사 포인트

- 마모된 상태
- 균열
- 손상
- 연장, 변형

후크, 새클, 링 수용 불가 결정 기준

- 후크 개구부가 너무 넓은 경우
그림 3-38의 C 치수를 측정합니다. 값이 제조업체에서 설정한 지정 범위를 초과합니다.
- 링이 심하게 변형되어 육안으로 인식할 수 없습니다.
- 육안 검사에서 균열이 발견된 경우
후크의 경우 정기적으로 색상 점검 또는 자기 입자 테스트를 통해 균열을 검사하는 것이 좋습니다.
- 마모가 심각한 경우(원래 크기의 5% 이상 마모된 경우).

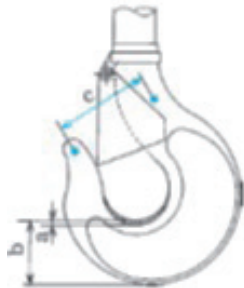


그림 3-38 후크 개구부 및 마모

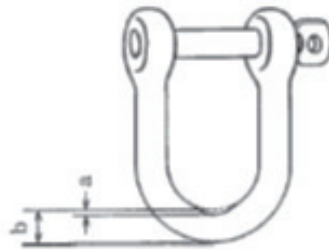


그림 3-39 새클 마모

클램프

작업 전 검사 포인트

- 외관(막힌 이빨)
- 기능(잠금 장치, 링, 링크, 캠)
- 캠 및 조의 마모, 균열 또는 이 빠짐
- 볼트 및 너트의 변형, 풀림 또는 떨어짐

클램프 수용 불가 결정 기준

- 작업 하중을 모르는 경우
- 마모, 균열 또는 이가 빠진 경우
- 개구부 주변에 변형 또는 균열이 있는 경우
- 링에 굽힘, 구멍 변형 및 균열이 있는 경우
- 각 부분의 핀에 마모, 굽힘 및 균열이 있는 경우
- 링크에 굽힘, 구멍 변형 및 균열이 있는 경우
- 잠금 장치가 올바르게 작동하지 않거나 스프링이 약한 경우
- 아크 스트라이크가 있는 경우(아크 용접 중에 아크 용접 표시)

정비 및 보관

클램프에는 이동 부품이 많으므로 일일 정비를 수행해야 합니다.

- 이동 부품에서 도장 잔류물과 슬러지를 제거하고 슬라이딩 부품을 윤활합니다.
- 캠과 조에서 도장 잔류물과 슬러지를 제거합니다.
- 캠과 조의 이빨에 묻은 오일을 닦습니다.
- 환경이 좋은 지정된 장소에 보관합니다.
- 폐기 부품을 다시 사용하지 않도록 처분합니다.

해커 검사

검사 포인트

- 연장
- 마모
- 변형
- 균열
- 손상
- 아크 스트라이크

해커 수용 불가 결정 기준

- 연장, 마모 또는 변형이 제조업체에서 지정한 값을 초과하는 해커
- 균열이 있는 경우
- 발톱 부품의 스크래치, 처짐 또는 손상이 제조업체에서 지정한 값을 초과하는 경우

4장

슬링 및 신호 방법

1 기본 슬링 절차(119페이지)

슬링은 무거운 화물 무게를 취급하므로 다양한 위험 요인이 있습니다. 이 작업을 안전하게 수행하려면 작업 기준 및 계획을 설정하고, 작업 환경 안전에 깊은 관심을 갖고, 올바른 슬링 절차를 정확하게 따르고, 명확하고 올바른 신호를 제공하는 등 만족스러운 방식을 제공해야 합니다. 표 4-1에서는 기본 슬링 절차를 보여줍니다.

표 4-1 기본 슬링 절차

● 준비

항목		요점	참고
1	크레인의 정격 하중 확인	업무에 적합한 크레인을 선택합니다.	지브가 장착된 크레인을 사용할 경우 정격 하중 곡선과 정격 총 하중 표를 확인하십시오.
2	가능한 정확하게 화물의 형태, 크기, 재료 및 무게 파악	송장 등의 설명을 확인합니다.	명확하지 않으면 질문, 확인 또는 계산하십시오.
3	COG 위치 확인	COG가 위치한 점을 기록해 둡니다.	COG 위치를 올바르게 확인하십시오. (151페이지 참조)
4	슬링 방법 선택	로프 개수, 슬링 방법 및 슬링 위치를 결정합니다.	
5	슬링 기어 선택	화물의 형태, 무게 및 슬링 방법에 따라 슬링 기어의 필요 개수, 직경 크기 및 길이를 결정합니다.	(123페이지 참조)
6	슬링 기어 점검	손상, 변형, 비틀림 또는 마모 여부를 점검합니다.	손이나 손가락이 다치지 않도록 주의하십시오.
7	하역 영역 점검	- 하역 영역이 넓고, 충분히 단단하고, 기울어져 있지 않은지 점검합니다. - 배어러 블록을 사용할 수 있는지 점검합니다.	작업자가 대피할 수 있는 영역을 확보하십시오.

● 인상

항목		요점	참고
1	크레인 호출	- 운전자를 호출하고 적재 장소를 알려줍니다. - 크레인 운전자가 전방향에서 볼 수 있는 장소로 위치를 지정합니다.	- 호루라기도 사용하십시오. - 무선 장치를 사용할 경우 감도가 우수하고 간섭이 없는지 확인하십시오.
2	후크 안내	- 인상할 화물을 알립니다. - 후크를 화물 위로 이동합니다.	후크가 적절한 높이로 유지되도록 하십시오.
3	내리기 신호	후크가 화물 바로 위에서 정지한 후에 후크를 내리도록 지시합니다.	후크가 헤드의 슬링어를 치지 않도록 확인하십시오.
4	정지 신호	쉽게 슬링할 수 있도록 후크를 화물 COG 바로 위로 유지합니다.	화물이 크면 쉽게 슬링할 수 있는 위치에서 후크를 정지하십시오.
5	화물 슬링	- COG 위치를 고려합니다. - 화물이 무너지지 않도록 합니다. - 각진 화물 가장자리에 패드를 부착합니다. - 슬링 와이어 로프가 미끄러지지 않도록 합니다.	- 손가락이 다치지 않도록 주의하십시오. - 발끝을 확인하십시오.
6	슬링 와이어 로프를 후크에 고정	- 슬링 와이어 로프가 꼬이지 않도록 주의합니다. - 와이어 로프의 아이가 서로 교차되지 않았는지 확인합니다. - 와이어 로프를 후크 중심에서 다른 와이어 로프와 평행하게 놓습니다.	올바른 순서로 와이어 로프를 후크에 고정하십시오. 5장: 실제 슬링 방법을 참조하십시오.

항목		요점	참고
7	인상 신호	- 작업자 위치와 이동을 주의 깊게 확인합니다. - 크레인 운전자가 전방향에서 볼 수 있는 장소로 위치를 지정합니다. - 와이어 로프가 미끄러지지 않도록 화물을 인상합니다. - 화물의 COG, 후크 및 슬링 와이어 로프가 수직인지 확인합니다.	손이나 발이 다치지 않도록 주의하십시오.
8	크레인 정지 신호	- 베어러 블록을 인상하기 전에 호이스팅 와이어 로프와 슬링 와이어 로프가 팽팽한지 확인합니다. - 슬링 각도를 점검합니다. - 아이가 후크 중심에 부착되어 있는지 점검합니다. - 크레인 호이스팅 와이어 로프가 수직인지 점검합니다. - 수직이 아니면 크레인을 이동하라고 신호하고 후크 위치를 조정하거나 후크를 지면에 내려 다시 슬링합니다.	전방향에서 점검하십시오.
9	인상 신호	- 화물 상태를 점검합니다. - 화물이 수평으로 인상되는지 점검합니다. - 화물이 회전할 수 있으면 일단 정지하여 화물을 내리고 다시 슬링합니다. - 화물을 베어러 블록에서 살짝 인상합니다.	
10	인상한 후 크레인 정지 신호	- 화물이 수평으로 슬링되어 있는지 점검합니다. - 화물이 안정적인지 점검합니다. - 슬링 와이어 로프의 장력을 점검합니다. - 문제가 있으면 내려 다시 슬링합니다.	인상을 수행할 수 있는지 여부를 판단하십시오.
11	인상 신호	화물이 주변 물체를 치지 않도록 주의합니다.	
12	정지 신호	작업자가 안전하게 이동할 수 있는 높이까지 화물을 인상합니다.	
13	화물을 하역 장소로 안내	- 하역 장소를 알려줍니다. - 크레인 앞으로 이동합니다.	운송 경로에서 작업자를 대피시키십시오.

● 내리기

항목		요점	참고
1	하역 장소 지시 및 정지 신호	크레인 운전자가 전방향에서 볼 수 있는 장소로 위치를 지정합니다.	-
2	내리기 신호	- 작업자가 대피했는지 확인합니다. - 화물이 주변 물체를 치지 않는지 확인합니다.	화물 아래에 머무르지 마십시오.
3	크레인 정지 신호	- 화물을 해당 높이(허리 주변)에 놓습니다. - 화물을 올바른 위치에 놓습니다.	크레인을 정지하십시오.
4	하역 위치 조정	주변 영역을 점검합니다.	부상을 입지 않도록 주의하십시오.
5	내리기 신호	- 안전한 영역에 머뭍니다. - 모든 작업자가 안전 영역에 있는지 확인합니다. - 화물이 주변 물체를 치지 않도록 주의하면서 크레인에게 신호를 보냅니다.	화물에 손을 얹지 마십시오.
6	크레인 정지 신호	화물이 땅에 닿기 바로 전에 화물과 베어러 블록의 위치를 점검합니다.	
7	내리기 신호	화물 상태를 점검하고 베어러 블록에 놓습니다.	
8	정지 신호	- 슬링 와이어 로프가 팽팽한지 확인합니다. - 베어러 블록이 화물을 올바르게 지탱하는지 점검합니다. - 슬링 와이어 로프가 화물 아래에서 손상되지 않았는지 점검합니다.	

9	화물 내리기 및 정지	- 슬링 와이어 로프가 살짝 느슨한지 확인합니다. - 화물이 안정적인지 점검합니다. - 너무 내리지 않도록 합니다.	화물이 무너지지 않도록 합니다.
10	내리기 신호	슬링 와이어 로프를 아이를 제거할 수 있는 위치에서 정지합니다.	
11	정지 신호	- 화물이 올바르게 배치되어 있는지 점검합니다. - 하역 영역을 확인합니다.	
12	슬링 와이어 로프 제거	- 후크가 완전히 정지할 때까지 기다립니다. - 화물이 무너지는 것을 방지하면서 로프를 제거합니다. - 크레인 후크로 슬링 와이어 로프를 당기지 마십시오.	발밑을 확인하십시오.
13	인상 신호	- 후크를 적절한 높이로 인상합니다. - 후크가 주변 물체를 치지 않도록 주의하면서 크레인에게 신호를 보냅니다.	일반적으로 후크를 지면에서 최소 2 m 이상 인상합니다.

2 슬링 기어 선택 흐름(123페이지)

슬링 기어 선택 시 목록의 항목을 확인합니다. (123페이지의 표 4-2)

3.1 슬링 복장

슬링은 위험하며 높은 장소에서 수행되는 경우가 많습니다. 따라서 쉽게 이동할 수 있는 작업 복장을 갖추어야 합니다. 하지만 추락 사고, 화물 추락 및 작업자 발에 부상을 입힐 수 있는 무거운 화물과 같은 위험으로부터 작업자를 보호하는 데 적합해야 합니다.

- 안전모를 착용하고 턱 끈을 올바르게 맵니다. 높은 장소에서 작업 시 추락 위험을 방지하기 위해 추락 보호 장비를 착용합니다.
- 슬링 와이어 로프를 사용하는 경우 부상 방지를 위해 가죽 장갑을 착용해야 합니다.
- 수행하는 작업 유형에 적합한 안전화를 착용합니다. 작업 유형에 따라 발을 보호할 수 있는 작업 부츠나 각반을 착용하는 것이 좋습니다.
- 보호를 위해 긴 소매 옷과 긴 바지를 착용합니다.

3.2 작업자 배치 등

고용주는 다음 설명처럼 작업자와 기타 항목을 배치합니다.

- 슬링 작업을 수행하는 작업자(크레인 운전자, 신호수, 슬링 작업자, 슬링 보조원 등) 중에서 작업 전체를 감독할 사람을 지정하고, 각 사람에게 의무를 할당하고, 작업 영역 방식을 결정하고, 진입 금지 영역을 지정하고, 지휘 체계를 설정하고, 작업 시작 전에 작업자에게 이러한 정보를 알립니다.
- 유형, 무게, 형태, 수량 및 운송 경로와 같은 화물에 대한 정보를 슬링 작업을 담당하는 사람에게 알립니다.
- 작업 위치에 맞게 크레인 운전에 대한 고정 신호를 결정하고 신호를 제공할 신호수를 지정합니다.

3.3 시작 전 회의(126페이지의 그림 4-3)

슬링 작업을 담당할 사람은 작업 기준 또는 작업 계획에 따라 작업 시작 전에 다른 작업자와 회의를 진행하고 다음 설명처럼 수행합니다.

- 화물의 상세 정보(유형, 무게, 형태, 수량)를 알립니다.
- 작업 현장 상태를 점검하고 다른 작업자 위를 통과하지 않는 적합한 운송 경로를 선택합니다. 걸려 있는 화물 높이를 고려하여 안전 대피 장소를 마련하고, 모든 작업자에게 안전 대피 절차를 알리고, 필요한 경우 작업 현장 경로를 설정합니다.
 - (a) 주행 또는 횡단 기능이 있는 천장 크레인이나 브릿지 크레인으로 작업할 경우 이동 방향에서 45° 방향으로 대피하고 화물 끝에서 2 m 이상 거리를 유지합니다.
 - (b) 회전 기능이 있는 이동식 크레인이나 지브 크레인으로 작업할 경우 회전하는 화물 끝에서 외곽 방향으로 2 m 이상 거리를 유지합니다.

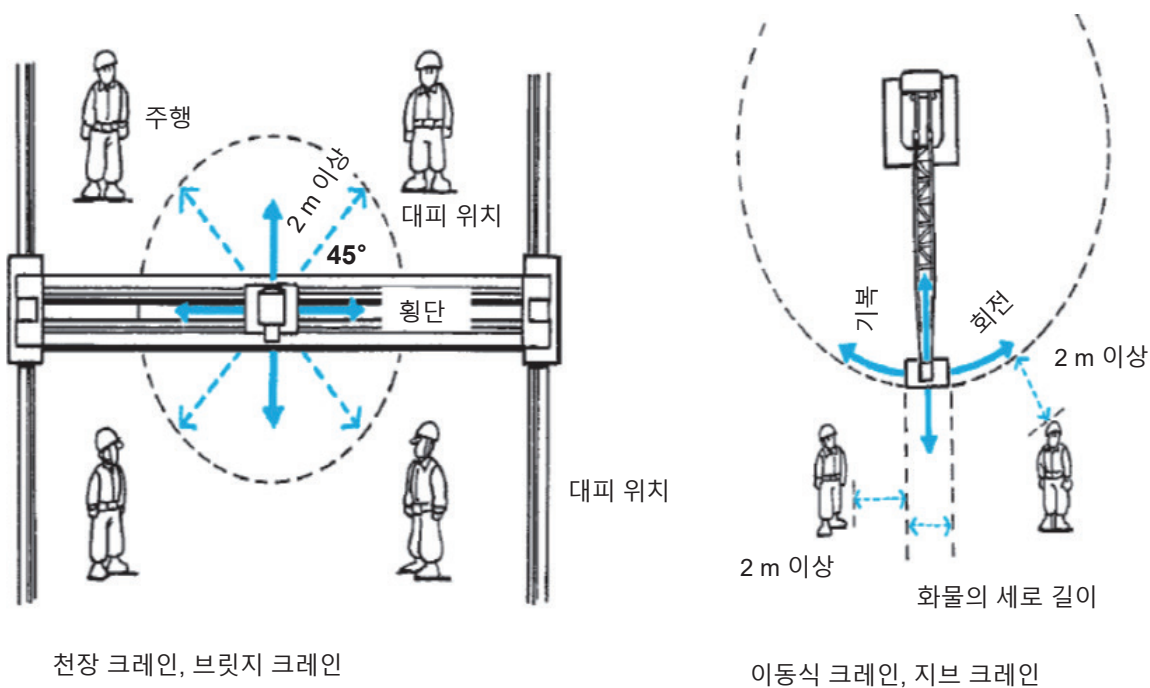


그림 4-1 대피 위치

- 작업자에게 작업 방식, 작업 절차를 알리고 작업을 할당합니다.
- 슬링 작업자, 신호수 및 슬링 보조원의 작업 위치와 대피 위치를 알립니다. 각 작업자에게 작업 위치와 화물 회전을 방지하는 작업이 있는 경우 회전 방지 방법을 알립니다.
- 적절한 보호 장비를 지시하고 점검합니다.
- 각 작업 위치에서 신호 방법이 일관되게 사용되고 있는지 확인합니다.
- 크레인 운전자가 쉽게 식별할 수 있도록 신호수는 암 밴드 및 표시된 안전모와 같은 장비를 착용합니다.
- 무선 장치를 사용하여 신호를 제공하는 경우 작업 시작 전에 전송 범위와 같은 무선 통신 상태를 점검합니다.

3.4 슬링 기본 주의사항

- 슬링 중에 문제가 발생하면 안전이 확보되도록 슬링을 다시 수행합니다.
- 화물에 탑승하지 마십시오.
- 공구를 화물에 놓지 마십시오.
- 화물 아래에 들어가거나 다른 사람이 들어가지 않도록 하십시오.

크레인 슬링의 경우 화물 유형에 따라 와이어 로프, 체인 또는 벨트 슬링이 사용됩니다. 이 단원에서는 와이어 로프를 사용한 슬링 방법을 설명합니다.

4.1 와이어 로프를 후크에 고정하는 방법(126페이지)

와이어 로프 아이를 후크에 걸기

와이어 로프 아이를 후크에 거는 방법입니다. 사용하는 와이어 로프 개수에 따라 2로프 슬링, 3로프 슬링, 4로프 슬링 등이 있습니다. (126페이지의 그림 4-4)

1회전 슬링

와이어 로프 중심 부분을 후크에 거는 방법입니다. (127페이지의 그림 4-5 참조)

1바퀴 회전 슬링

한 번에 와이어 로프를 후크 주변에 와인딩하는 방법입니다. (128페이지의 그림 4-6 참조)

블랙월 걸이

한 번에 와이어 로프를 후크 숄더 부품 주변에 와인딩하는 방법입니다. 동시에 와이어 로프를 2개 이상 사용하는 경우는 거의 없습니다.

1바퀴 회전 슬링의 와인딩 위치를 후크 숄더 부품으로 이동하면 이 형태가 만들어집니다. (128페이지의 그림 4-7 참조)

루핑(원칙적으로 금지)

와이어 로프 두 개를 사용하고 와이어 로프 하나를 접어 조정 길이를 줄이는 방법입니다. 이를 대체하는 안전한 슬링 방법으로 3점 조정 슬링이 사용됩니다. (129, 159페이지의 그림 4-8 참조)

4.2 와이어 로프를 화물에 고정하는 방법(130페이지)

와이어 로프 아이를 화물 행거에 걸기

와이어 로프 아이를 화물 행거에 걸어 와이어 로프를 화물에 고정하는 방법입니다. (130페이지의 그림 4-9 참조)

1회전 슬링

와이어 로프를 화물 밑으로 통과시켜 하단에서 화물을 지탱하는 방법입니다. (130페이지의 그림 4-10 참조)

올가미

화물을 올가미로 고정하는 방법입니다. 로프 끝을 아이로 통과하여 올가미를 만들거나 대신 새클을 사용합니다. (131페이지의 그림 4-11, 4-12, 4-13, 4-14 참조)

1바퀴 회전 슬링

한 번에 와이어 로프를 화물 주변에 와인딩하는 방법입니다. (133페이지의 그림 4-15, 4-16 참조)

베일 슬링 걸이

베일 슬링 걸이에는 세 가지 유형이 있습니다. 1) 와이어 로프를 접어 접힌 부분을 아이로 통과, 2) 와이어 로프를 접어 아이를 접힌 부분으로 통과, 3) 엔드리스 와이어 로프 사용(134페이지의 그림 4-17 참조)

하단에서 싱글 걸이로 슬링

와이어 로프 두 개로 화물 하단을 교차하여 화물을 고정하는 방법으로, 바닥이 원형인 원통, 디스크 형태 또는 별 형태의 화물에 사용됩니다. 단점이 많으므로 다른 안전 슬링 방법이나 기어를 사용하는 것이 좋습니다. (134페이지의 그림 4-18 참조)

외줄 슬링(원칙적으로 금지)

화물에 단단히 고정한 로프 올가미를 사용하는 외줄 슬링은 다음과 같은 이유로 원칙적으로 금지됩니다. (135페이지의 그림 4-19 참조)

5

체인 슬링으로 슬링하는 방법(136페이지)

5.1 체인 슬링으로 슬링 예(136페이지)

체인 슬링의 경우 상단 행거와 하단 행거를 합친 화물 무게에 해당하는 직경의 체인을 사용합니다. 필요한 경우 클램프 또는 해커와 같은 슬링 기어도 함께 사용할 수 있습니다. 제조업체의 사용 설명서에 따라 올바르게 사용하십시오. (134페이지의 그림 4-20, 4-21, 4-22, 4-23 참조)

6

신호 방법(137페이지)

법률에서는 크레인을 사용하여 작업을 수행할 경우 고용주는 크레인 운전용 고정 신호를 설정하고, 신호를 제공하는 사람을 지정하고, 당사자가 신호를 제공할 것을 규정하고 있습니다. 또한 작업과 관련된 작업자는 고정 신호를 준수해야 한다고 규정되어 있습니다. 신호 방법은 작업 현장에 따라 다를 수 있으므로 슬링 작업자와 크레인 운전자는 각 작업 현장에서 지정된 신호를 확인해야 합니다.

일반적으로 수신호가 가장 널리 사용됩니다(139~141페이지 참조). 수신호에서 중요한 점은 명확하고 올바르게 지정된 신호를 제공해야 한다는 점입니다.

무선 장치를 사용한 음성 신호는 고층 건물이나 가시성이 나쁜 장소와 같은 작업 현장에서 사용되는 경우가 많습니다. 크레인 운전자가 신호수가 제공한 음성 신호를 올바르게 반복하는지 확인하는 것이 중요합니다.

다음은 신호수가 알아야 하는 중요 사항입니다.

- 지정된 신호수만 크레인 운전자에게 신호를 제공합니다.
- 신호수는 신호뿐만 아니라 슬링 작업에도 익숙해야 하고 크레인의 정격 하중, 이동 범위 및 작동 성능을 완전히 파악해야 합니다.
- 항상 크레인 운전자가 쉽게 볼 수 있고 신호수가 작업 상황을 명확하게 확인할 수 있는 안전한 장소에서 작업합니다.
- 항상 지정된 신호를 크레인 운전자에게 명확하게 제공합니다.
- 항상 화물을 수직으로 인상합니다. 신호를 제공하기 전에 화물이 앵글에 걸려 있지 않은지 확인합니다.
- 슬링이 완료됐는지 확인한 후 인상 신호를 제공합니다.
- 와이어 로프가 팽팽하면 일단 인상 작업을 정지하여 로프가 올바르게 고정되어 있는지 확인한 후 인상 신호를 추가로 제공합니다.
- 크레인 운전자에게 운송 방향과 하역 위치를 명확하게 알리고 가능하면 선두에 서서 신호를 제공합니다.
- 화물이 베어러 블록 바로 위에 있으면 일단 내리기 작업을 정지하여 화물을 안전하게 내릴 수 있는지 확인한 후 내리기 신호를 다시 제공합니다.
- 슬링 작업이 완료되면 후크를 최소 2 m 이상 높이로 인상하고 슬링 작업자, 신호수 및 크레인 운전자를 포함한 모든 작업자가 작업이 올바르게 수행됐는지 확인합니다.

6.1 음성 신호(예)(142페이지)

- 크레인 운전자에게 운송 방향과 하역 위치를 명확하게 알리고 가능하면 선두에 서서 신호를 제공합니다.
- 크레인 운전자는 신호수의 음성 신호를 큰 소리로 반복하여 확인하는 것이 좋습니다.
- 작업자는 각 작업 현장에서 실제로 사용되는 신호를 숙지해야 합니다.

5장

실제 슬링 방법

1 슬링 절차(149페이지)

1.1 크레인 및 기타 장비의 정격 하중과 정격 총 하중 점검(149페이지)

천장 크레인에 표시된 정격 하중은 천장 크레인이 인상할 수 있는 최대 하중(무게)입니다. 화물 무게는 이 최대 하중을 초과해서는 안됩니다. 일반적으로 천장 크레인 및 브릿지 크레인에는 과적 방지 장치 또는 과적 제한 장치가 장착되어 있지 않으므로 주의해야 합니다.

지브 크레인 및 이동식 크레인의 경우 정격 하중과 정격 총 하중은 지브 각도와 작업 환경에 따라 다르므로 슬링 작업자는 크레인 운전자와 긴밀하게 협업해야 합니다.



그림 5-1 천장 크레인의 정격 하중 예 표시

1.2 화물 무게 확인(150페이지)

슬링 작업자가 해야 할 첫 작업은 가능한 정확하게 인상할 화물의 무게를 확인하는 것입니다. 매일 취급하거나 라벨에 무게가 표시된 화물의 무게를 쉽게 확인할 수 있습니다. 하지만 무게를 모르는 화물을 취급할 경우 경험이 있는 동료나 그룹 책임자에게 무게를 물어보거나 도면, 태그, 송장 또는 기타 서류에서 확인해야 합니다. 또는 계산으로 무게를 예측합니다.

육안으로 화물 무게를 예측해야 하는 경우가 많이 있습니다. 무게 예측 작업은 경험이 필요한 작업이며 육안으로 무게를 예측하는 것은 어렵습니다. 잘못 예측하면 크레인이 과적되어 이동식 크레인이 뒤집히거나 슬링 장비 손상과 같은 예상치 못한 사고가 발생할 수 있습니다. 또한 작업 효율성도 크게 감소합니다. 다음 사항에 주의해야 합니다.

- 화물 형태를 주의 깊게 조사하고 육안으로 치수를 확인합니다.
- 화물 제조에 사용된 재료를 확인합니다. 재료가 다르면 같은 체적의 화물이라도 무게가 다를 수 있습니다.
- 무게를 계산합니다. (44페이지 참조)
- 무게를 실제 무게보다 가볍게 예측하면 위험합니다. 육안으로 예측한 화물 무게에 20%를 더합니다.
- 일반적으로 육안으로 예측한 무게와 실제 측정한 무게 간의 차이를 확인하여 육안으로 무게 측정 시의 정확도를 향상시킵니다.
- 형태가 단순한 모델을 만들고 실제 제품처럼 무게를 표시하거나 표준 재료의 미터당 무게 표 또는 표준 재료당 무게 표를 만들면 육안으로 무게 측정 시의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과적인 수단으로 활용할 수 있습니다.

예측 + 20%



그림 5-2 육안으로 화물 무게 예측

1.3 COG 위치 확인(151페이지)

슬링에 있어 또 다른 중요한 요소는 올바른 슬링 기어와 슬링 방법을 선택하기 위해 가능한 정확하게 인상할 화물의 COG 위치를 확인하는 것입니다.

COG 위치 확인

실제 작업에서는 육안 측정을 통해 COG를 예측하므로 올바른 위치를 찾는 것이 어렵습니다. 제공된 링으로 수평으로 슬링할 수 있을 것이라 짐작하지 마십시오. 인상 전에 화물 상태를 점검하여 올바른 슬링 방법을 선택해야 합니다.

화물의 COG는 점으로 위치한다는 점(선이 아님)을 인식하고 안전하게 슬링할 수 있도록 전방향에서 확인해야 합니다. 특히 화물을 회전할 경우 사고가 발생하지 않도록 각 세 방향에서 COG를 확인합니다.

화물이 균형 있게 인상되면 COG는 후크 바로 아래에 있는 것입니다. 화물이 안전하게 인상되면 안전을 보장하고 작업 효율성을 향상시키기 위해 참조용으로 COG를 표시합니다.

작업 중에 COG 위치 확인 방법

하지만 취급해야 할 화물이 다양하고 형태가 복잡한 화물의 COG를 찾는 것은 매우 어렵습니다. 이러한 화물을 실제로 인상할 경우 다음 절차를 따라 시험적으로 바닥이나 지면에서 살짝 인상해야 합니다.

- (1) 위에서처럼 화물 COG를 찾고 슬링합니다.
- (2) 매우 천천히 인상합니다. (지면에서 인상하지 않음)

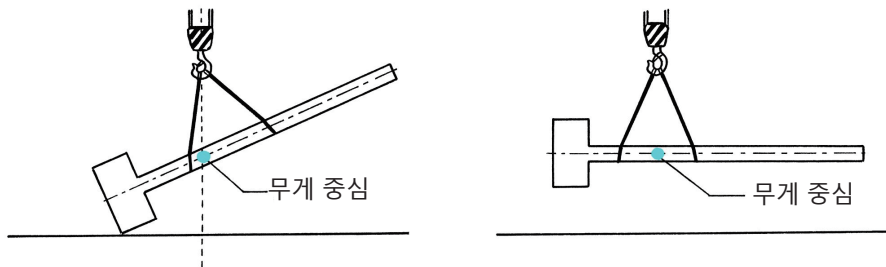


그림 5-3 작업 중에 COG 위치 확인 방법

- (3) 화물이 수평으로 인상되지 않으면 지면에 내려놓고 인상 중에 화물이 지면에 있는 상태에서 슬링 위치를 화물 측면으로 이동합니다.
 - (4) 다시 화물을 살짝 인상하고 동작을 살핍니다.
 - (5) 화물이 수평으로 슬링될 때까지 이 절차를 반복합니다.
- 화물에 링이 제공되거나 COG가 표시된 경우 절차는 1단계(COG 예측)를 제외하고 동일합니다.

슬링 기어 및 호이스팅 액세서리 선택 방법(152페이지)

화물의 무게, COG, 형태, 슬링 위치, 크레인 성능 및 화물 보호를 고려하여 가장 적합한 슬링 기어와 호이스팅 액세서리를 선택합니다. (123페이지 참조)

COG, 사용할 로프 개수 및 슬링 각도에 따라 슬링 와이어 로프, 체인, 벨트 슬링 및 기타 슬링 기어 중 어떤 장비를 사용할지 결정한 후 화물을 올바르게 지탱할 수 있는 강도와 길이를 가진 장비를 선택해야 합니다.

정기적으로 취급하거나 일부 특정 화물을 슬링하는 경우 특별히 각 화물에 맞는 가장 안전하고 효율적인 슬링 기어를 선택하는 것이 좋습니다. 강철, 유리 제품을 취급할 수 있도록 자석이나 진공 필터가 장착된 특수 액세서리가 있습니다.

작업 전에 슬링 기어를 점검하고 문제가 없는지 확인하십시오.

후크 안내(153페이지)

크레인 호출

수신호를 사용하는 경우 크레인 운전자가 전방향에서 잘 보이는 위치에서 고정 신호를 사용하여 화물 위치를 알립니다.

무선 장치를 사용하여 음성 신호를 제공할 경우 사전에 무선 통신 상태를 점검하고 전방향에서 화물과 화물 주변이 잘 보이는 곳으로 이동합니다. 크레인 운전자는 신호수가 제공한 음성 메시지를 반복하여 확인해야 합니다.

후크 안내

일반적으로 화물 바로 위에서 후크를 안내합니다. 화물이 너무 크고 슬링 작업을 안전하게 수행할 수 없으면 간편하게 슬링할 수 있는 위치로 후크를 안내합니다. 그런 다음 인상하기 전에 화물 바로 위로 후크를 이동합니다.

화물 무게가 무겁고 슬링 와이어 로프가 너무 두꺼우면 먼저 슬링 와이어 로프를 후크에 놓고 슬링합니다. 그런 다음 필요하면 인상하기 전에 화물 COG 바로 위로 후크를 이동합니다.

화물을 안정적인 상태에서 인상하려면 화물 COG가 인상점의 선 상에 있어야 합니다.

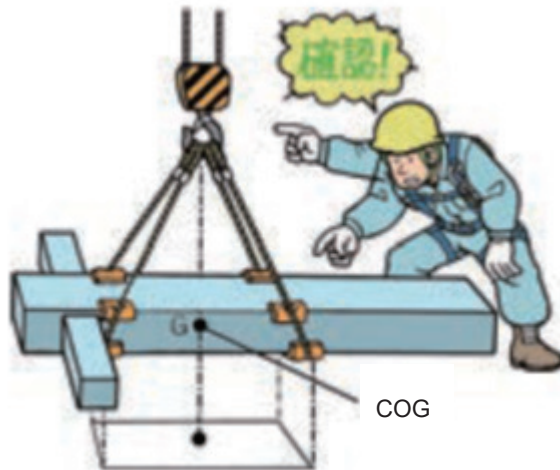


그림 5-4 화물 COG

화물 COG가 이 선 밖에 있으면 화물이 기울어지거나 슬링 와이어 로프가 떨어질 수 있습니다. 화물 COG가 이 선 상에 있더라도 후크 COG가 화물 바로 위에 있지 않으면 화물이 회전하거나 인상된 후에 이동할 수 있습니다. 따라서 인상하기 전에 후크를 화물 바로 위로 안내해야 합니다.

슬링(154페이지)

형태가 서로 다른 화물을 슬링 와이어 로프로 인상하려면 화물이 회전하거나 이동하지 않도록 형태에 가장 적합한 방법을 선택해야 합니다. 운송 중에 화물이 회전하여 무너지거나 이동하거나 떨어질 수 있으면 예방 조치로 레버 호이스트로 화물을 조이거나 고정합니다. 각진 화물이나 미끄러지는 화물의 경우 안전하게 슬링할 수 있도록 가장자리에 패드를 부착합니다.

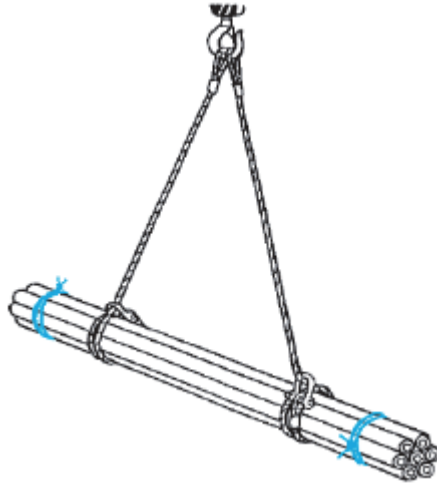
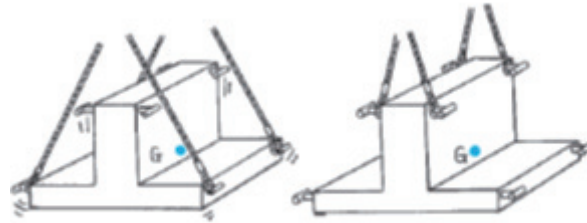


그림 5-5 화물 고정

화물을 고정할 경우

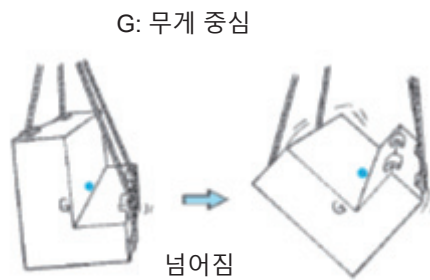
- 화물이 너무 크고 COG 바로 위에 슬링하기 어려운 경우 대체 방법을 선택할 수 있습니다. 작업을 수월하게 진행할 수 있는 장소에서 화물을 슬링하고 인상할 때 후크를 화물 COG 바로 위로 이동합니다. 하지만 장착된 슬링 와이어 로프로 후크를 이동할 경우 화물이나 주변 장비를 치지 않도록 주의하십시오.
- 화물을 안정적인 상태로 인상하려면 COG보다 높은 위치에 슬링합니다.



하단에서 슬링(불안정) 상단에서 슬링(안정)

그림 5-6 슬링 위치

- 한쪽으로 기울어진 화물을 1회전 슬링으로 인상하면 화물이 회전할 수 있습니다. 이러한 경우에는 더욱 주의해야 합니다.



넘어짐

그림 5-7 한쪽으로 기울어진 화물

- 슬링 각도를 높게 하여 긴 화물을 인상하면 슬링 기어가 안으로 미끄러져 화물이 떨어질 수 있습니다. 화물과 슬링 기어 사이에 패드를 부착하고 슬링점이 이동하지 않도록 아이, 1바퀴 회전 올가미 또는 베일 슬링 걸이로 화물을 고정하여 인상합니다.

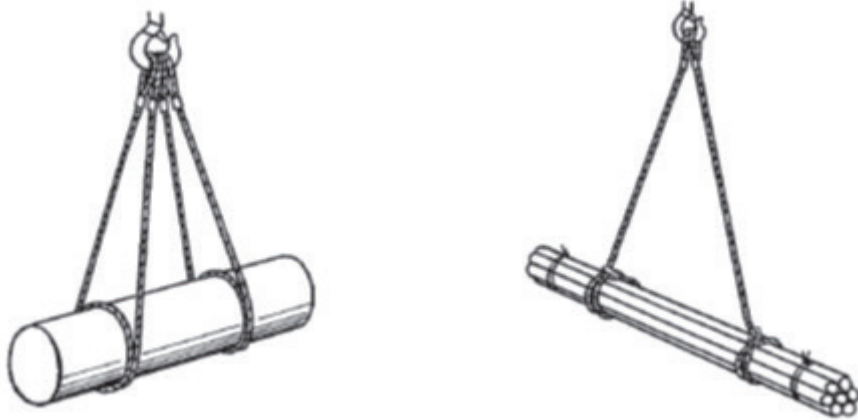


그림 5-8 긴 화물에 사용되는 1바퀴 회전 올가미

- 큰 슬링 각도로 인한 성분력으로 화물이 파손될 위험이 있으면 크레인의 인상 용량을 확인하고 더욱 긴 슬링 와이어 로프를 사용하여 슬링 각도를 줄입니다. 슬링 각도를 줄이기 어려우면 리프팅 빔 사용과 같은 대체 방법을 사용하는 것이 좋습니다.



그림 5-9 손상된 화물

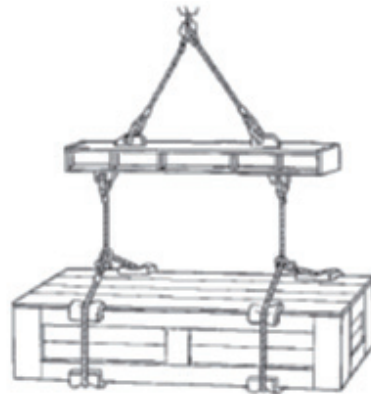


그림 5-10 리프팅 빔으로 슬링

- 화물 아래에 있는 슬링 와이어 로프가 뒤틀리지 않았는지 확인합니다.

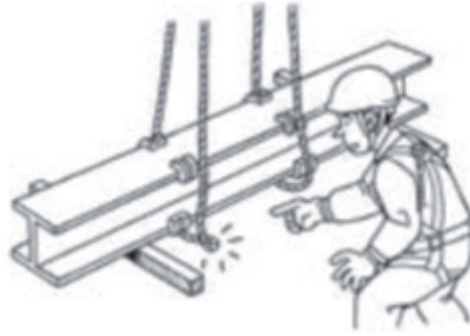


그림 5-11 뒤틀림

- 슬링 와이어 로프와 화물을 보호하도록 각진 화물 가장자리에 패드를 부착합니다.

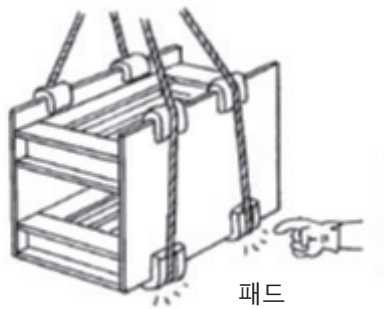


그림 5-12 각진 화물

후크에 거는 경우

- 후크 래치 기능을 점검합니다. 상태에 따라 그림 5-13과 같이 슬링 와이어 로프가 후크에서 떨어질 수 있습니다. 일부 작업 현장에서는 방지책으로 래치 장치 두 개를 사용합니다.

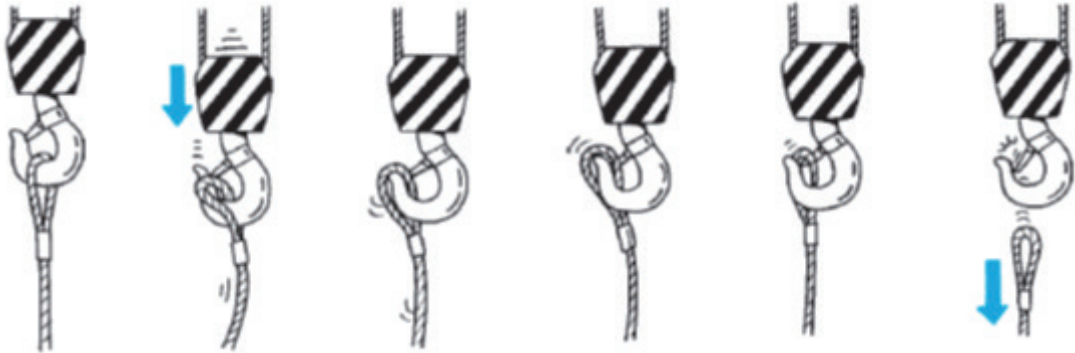


그림 5-13 후크에서 아이 제거 방법

- 슬링 와이어 로프 아이가 후크에서 서로 겹치지 않고 와이어 로프가 후크 아래에서 서로 교차하지 않도록 슬링 와이어 로프를 후크 뒤쪽부터 순서대로 하나씩 후크에 부착합니다. 슬링 각도가 크면 후크에 부착한 마지막 슬링 와이어 로프가 분리될 가능성이 높아집니다. 또한 그림 5-14와 같은 화물에 슬링 와이어 로프를 2-1-4-3 순서로 부착하면 슬링 와이어 로프가 후크 아래에서 교차합니다. 이러한 경우 그림 5-15 및 그림 5-17과 같이 긴 방향이 후크 방향과 직각이 되도록 화물 방향을 바꾸고, 후크에 부착한 마지막 와이어 로프가 분리될 가능성을 줄이고 슬링 와이어 로프가 서로 교차되지 않도록 순서에 맞게 후크를 장착합니다.

(a) 4점 4로프 슬링에서 아이 부착 순서

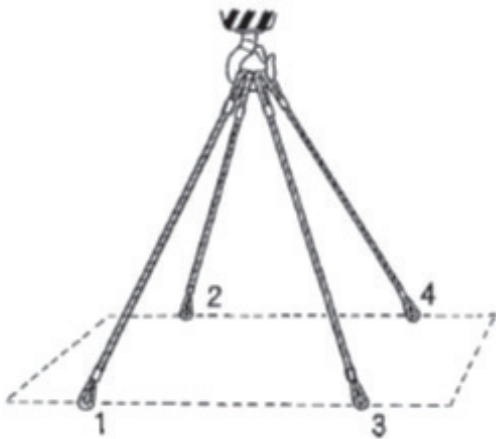


그림 5-14 긴 방향을 후크 방향과 평행
(후크 끝에서 1-2-3-4 또는 2-1-4-3)



그림 5-15 긴 방향을 후크 방향과 직각
(후크 끝에서 1-3-2-4 또는 3-1-4-2)

(b) 4점 2로프 슬링에서 아이 부착 순서

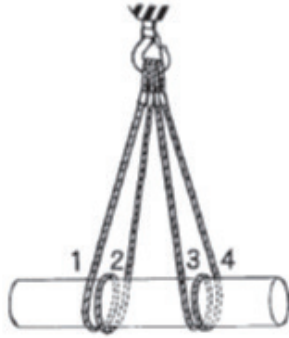


그림 5-16 긴 방향을 후크 방향과 평행
(후크 끝에서 1-2-3-4)

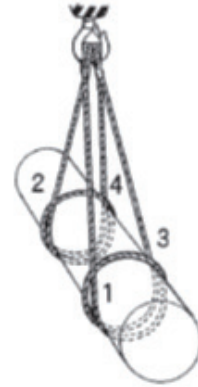


그림 5-17 긴 방향을 후크 방향과 직각
(후크 끝에서 1-2-3-4 또는 2-1-4-3)

- 슬링 기어를 간편하게 장착하고 슬링 작업자가 단단한 지면에서 안정적인 자세로 작업할 수 있는 곳으로 후크를 안내합니다.
- "슬링 작업 안전 관련 지침"에 따르면 일반적으로 슬링 각도는 90° 이내여야 합니다. 하지만 2로프 및 4점 1회전 슬링의 경우 슬링 각도는 60° 이내여야 하고 다른 호이스팅 액세서리로 조정한 슬링과 클램프 또는 해커를 사용한 슬링의 경우 60° 이내여야 합니다. 다른 방법에서는 화물의 형태와 크기, 크레인의 인상 용량을 고려하여 슬링 각도를 올바르게 설정해야 합니다.

한쪽으로 기울어진 화물 슬링

COG가 중심이 아닌 불규칙한 형태의 화물에서 작업해야 하는 경우가 있습니다. 다음은 이러한 한쪽으로 기울어진 화물의 수평을 유지하는 데 사용되는 슬링 방법입니다.

- 대칭 슬링

COG 위치를 정확하게 찾고 COG 바로 위로 후크를 이동한 후 슬링 위치를 대칭으로 설정합니다.

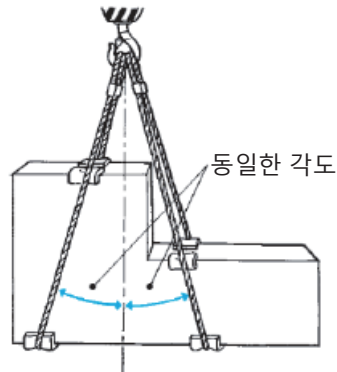


그림 5-18 대칭 슬링

COG 위치를 잘못 확인하면 화물이 위험해질 수 있습니다. 그림 5-19에서는 왼쪽 슬링 와이어 로프에 큰 장력이 작용하여 슬링이 화물에서 미끄러질 수 있음을 보여줍니다. 슬링 와이어 로프가 제 위치에 있더라도 인상된 화물이 크게 기울어질 수 있습니다. 인상할 때 화물이 기울어지면 화물을 내리고 그림 5-20과 같이 COG에서 후크와 슬링 위치를 설정하고 다시 인상합니다.

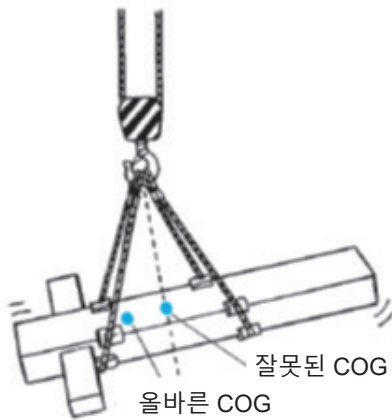


그림 5-19 COG 위치를 잘못 확인한 상태에서 슬링

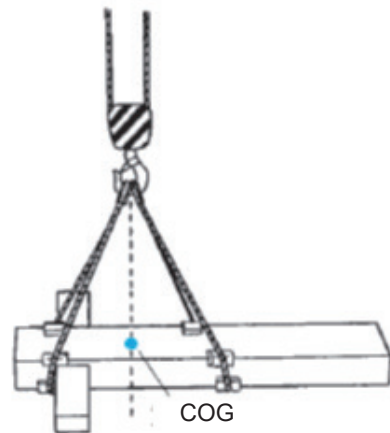


그림 5-20 올바른 COG 위치에서 슬링

- 비대칭 슬링

다른 방법에서는 화물을 안전하게 인상할 수 있도록 길이가 다른 슬링 와이어 로프 두 개를 사용하여 후크를 화물 COG 바로 위로 이동합니다. 이 방법에서는 왼쪽과 오른쪽에 길이가 다른 슬링 와이어 로프 두 개를 사용합니다. 화물 전체 무게를 인상할 수 있는 보다 두껍고 강한 와이어 로프를 사용해야 합니다. 슬링 와이어 로프 왼쪽과 오른쪽의 장력이 다르고 슬링 각도가 작은 측의 슬링 와이어 로프에 큰 힘이 작용하기 때문입니다.

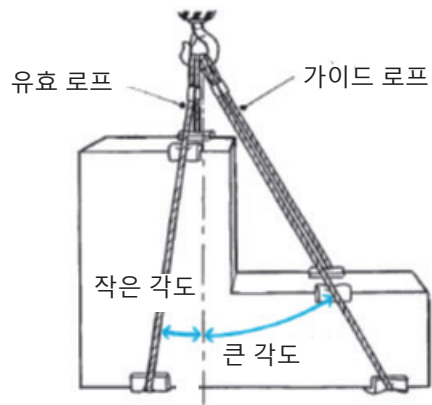


그림 5-21 비대칭 슬링

- 다른 호이스팅 액세서리로 조정된 슬링

비대칭 화물을 슬링하려면 다른 호이스팅 액세서리로 슬링 와이어 로프를 조정하면 됩니다. 오른쪽과 왼쪽의 와이어 로프 길이를 조정하여 비대칭 화물의 균형을 잡습니다. 체인 블록이나 레버 호이스트를 사용하여 조정합니다.

이 방법은 루핑과 비대칭 슬링을 더욱 안전하게 수행할 수 있는 대체 방법입니다. 하지만 COG 위치가 높은 화물은 불안정해집니다. 유효면에 아이로 고정한 슬링 와이어 로프 두 개를 사용할 경우 와이어 로프에 과도한 굽힘력이 적용되지 않도록 고정 방향과 각도를 조정합니다.

조정할 액세서리의 상단 후크와 하단 후크에 슬링 와이어 로프 아이를 고정하고 장력이 크게 적용되지 않도록 지지면을 조정합니다. 조정에 레버 호이스트를 사용할 경우 선택기를 인상 면으로 설정하고 남은 체인을 바디에 감습니다.

가능한 슬링 각도를 작게 설정합니다. (최대 60도)

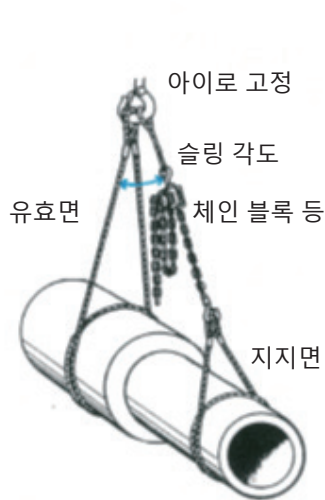


그림 5-22 다른 호이스팅 액세서리로 조정된 슬링:
유효면: 1바퀴 회전 슬링



그림 5-23 다른 호이스팅 액세서리로 조정된 슬링:
유효면: 아이로 고정

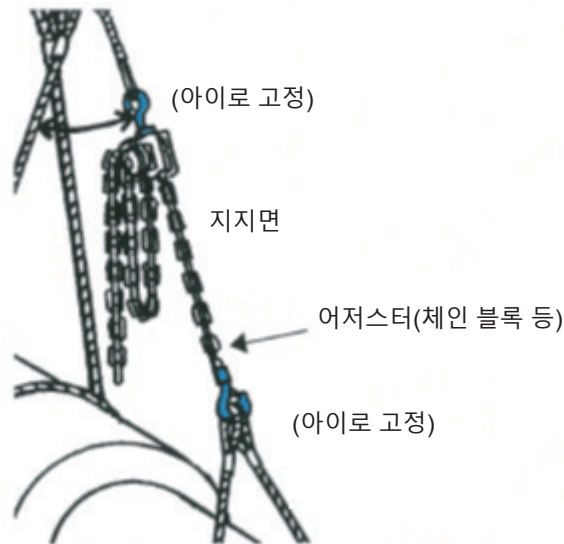


그림 5-24 어저스터 부착 방법

지면에서 인상하기 전에 정지(161페이지)

크레인을 사용하는 운송 작업 중에서 가장 위험한 단계입니다. 작업자의 위치, 자세 및 동작과 슬링 상태에 더욱 주의해야 합니다.

슬링 와이어 로프가 팽팽해질 때까지 화물을 천천히 인상합니다. 슬링 와이어 로프/패드와 화물 사이에서 손이 다칠 수 있습니다. 와이어 로프를 잡지 말고 손바닥으로 미십시오. 슬링 와이어 로프가 팽팽하면 인상을 정지하고 다음 사항을 점검합니다. (101페이지의 그림 5-31, 5-32 참조)

작업자 위치

- 크레인 운전자가 볼 수 있는 안전한 위치에서 수신호를 제공합니다. (162페이지의 그림 5-33 참조) 작업자가 잘 볼 수 있는 안전한 장소에서 무선 장치를 사용하여 음성 신호를 제공합니다.
- 신호수와 슬링 작업자는 긴밀하게 통신해야 합니다. 한 쪽에서 신호를 결정하지 마십시오. (162페이지의 그림 5-34 참조)
- 작업자 2명 이상이 슬링 작업을 수행할 경우 서로 통신해야 합니다.
- 화물이 인상되는 순간에 회전할 수 있습니다. 슬링 작업자와 다른 작업자는 구조물 사이의 협소한 공간과 같은 대피할 장소가 없는 영역에 들어가서는 안 됩니다. (162페이지의 그림 5-35 참조)
- 화물이 인상될 때 회전할 수 있으면 운전자에게 신호를 보내 조정합니다.

슬링 상태 확인

슬링 와이어 로프가 팽팽하면 크레인을 정지하고 다음 사항을 점검합니다. 슬링 상태가 불안정하거나 화물을 수평으로 인상할 수 없으면 다시 지면에 내리고 슬링 위치를 조정합니다. (162페이지의 그림 5-36 참조)

- 화물 COG, 후크 중심 및 크레인의 호이스팅 와이어 로프가 일직선입니다.
- 슬링 와이어 로프가 균일하게 팽팽합니다.
- 화물이 무너지지 않았습니다.
- 슬링 와이어 로프가 미끄러지지 않고 패드와 같은 슬링 액세서리가 단단하게 설치되어 있습니다.
- 슬링 기어가 후크 중심에 올바르게 걸려 있습니다(위치 및 순서).
- 슬링 와이어 로프가 이동하지 않습니다.
- 슬링 와이어 로프가 올바른 위치로 조정되어 있습니다.
- 패드가 단단하게 부착되어 있습니다.
- 아이볼트와 새클이 올바르게 설치되어 있습니다.

지면에서 인상한 후에 정지(163페이지)

화물을 천천히 인상하고, 화물이 인상되면 정지하고, 화물 안정성과 슬링 기어의 안전을 확인합니다. (163페이지의 그림 5-37 참조) (163페이지의 그림 5-38 참조)

슬링 상태 확인

- 화물이 불안정한 경우 화물을 바닥에 다시 내리고 슬링 위치를 조정합니다.
- 화물이 안정적인 상태입니다.
- 화물이 운송 중일 때 떨어지지 않습니다.
- 슬링 기어가 올바르게 설치되어 있고 화물과 액세서리가 올바르게 보호되고 있습니다.
- 패드나 기타 슬링 기어가 함께 인상되지 않습니다.

위 확인 항목에 문제가 없으면 화물을 인상할 수 있습니다.

인상(164페이지)

인상 중에 장애물을 확인합니다. 슬링 작업자가 안전 영역에 대피해야 합니다.

슬링 방법과 하역 영역을 고려하여 화물 높이를 적절하게 설정합니다.

- 일반적으로 화물을 작업자가 안전하고(작업자 보다 높게) 정상적으로 이동할 수 있는 높이까지 인상합니다.
- 바닥조정 크레인에 인양 자석이나 진공 필터를 사용하거나 장애물이 없고 가까운 영역으로 화물을 이동하는 경우 가능한 낮은 위치로 인상을 정지합니다.

화물을 하역 장소로 안내(164페이지)

슬링 작업자 또는 신호수가 화물을 안내하는 경우 크레인 운전자가 잘 볼 수 있는 안전한 위치로 이동하고 필요한 경우 다른 작업자를 대피시킵니다. (164페이지의 그림 5-39 참조)

슬링 작업자 위치

슬링 작업자는 예상치 못한 사고가 발생한 경우 화물에 걸려 넘어지거나 부딪치지 않는 안전한 영역으로 대피해야 합니다.

- 시작 전 회의에서 결정된 대피 영역으로 대피합니다.
- 운송 중인 화물을 따라 걸을 경우 인상된 화물 가장자리에서 최소 2 m 이상 떨어지십시오.

화물 안내

- 고정 신호를 사용하여 크레인 운전자에게 방향을 알리고 화물이 하역 장소에 도착할 때까지 화물 앞에 서서 안내합니다.
- 크레인 운전자에게 하역 장소를 알립니다.
운송 중에 다음 사항을 확인합니다.
 - 화물 아래에 들어가지 마십시오.

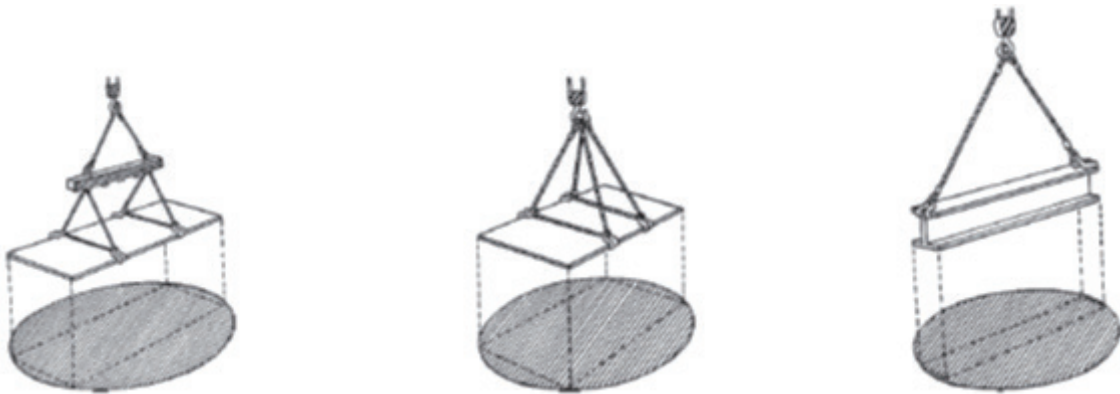


그림 5-25 화물 아래

- 화물에서 안전한 거리를 유지합니다.
- 다른 작업자 위를 통과하는 운송 경로를 선택하지 마십시오. 가능한 작업자에서 멀리 떨어진 경로를 선택합니다.
- 화물에 머무르지 마십시오.
- 화물 운송 중에는 회전하는 화물을 손으로 잡지 마십시오. 신호수가 크레인 운전자에게 회전을 멈추라고 지시해야 합니다(일부 작업 현장에서는 화물을 인상하는 순간부터 내릴 때까지 손으로 잡는 것이 금지되어 있습니다.).

화물 회전 방지

- 작업 중에 긴 화물이 회전하면 주변 구조물을 칠 수 있습니다. 이러한 사고가 발생하지 않도록 가이드 로프로 화물을 인도합니다. 작업 현장이나 화물에 따라 가이드 로프를 여러 개 사용합니다.
- 가이드 로프가 주변 장비에 걸리면 화물 붕괴와 같은 사고가 발생할 수 있습니다. 아이나 노치가 없는 가이드 로프를 사용합니다. (166페이지의 그림 5-44 참조)

지면에 닿기 전에 정지(166페이지)

사전에 하역 영역과 베어러 블록 상태(강도, 수평, 지지력)를 점검하고 적합한 베어러 블록의 크기와 수량을 준비합니다. 베어러 블록을 사용하면 슬링 작업을 보다 쉽게 수행할 수 있습니다. 베어러 블록은 화물을 보호할 뿐만 아니라 슬링 작업자의 발밑을 보호하는 데 사용됩니다. 안전화보다 높은 베어러 블록을 준비합니다.

작업자가 화물과 장비 또는 구조물 사이에 없는지 그리고 비상 시 작업자가 대피할 수 있는지 확인합니다. 또한 내리기 전에 다음 주의사항에 주의해야 합니다. (166페이지의 그림 5-45 참조)

- 내리기 전에 장애물을 확인합니다.
- 회전하는 동안에는 화물을 내리지 마십시오. 신호에 따라 회전을 정지한 후 화물을 내립니다.
- 하역 영역에서 화물 위치를 조정해야 하면 크레인을 정지해야 합니다.
- 갑작스레 화물을 내리지 마십시오. 화물을 베어러 블록 바로 위에서 정지하고 안전을 점검합니다.
- 신호수와 슬링 작업자는 안전 영역에 있어야 합니다. 베어러 블록이나 기타 작업을 준비하기 위해 화물 아래에 있지 마십시오.
- 항상 화물을 베어러 블록에 놓습니다(지면에 직접 내려놓지 않음).

지면에 닿은 후 정지(167페이지)

화물을 내려 지면에 닿으면 슬링 와이어 로프가 팽팽한 상태에서 크레인을 정지하고 안전을 점검한 후 끝까지 내립니다. 그런 다음 화물이 안정적인 상태를 유지하는 동안 슬링 와이어 로프를 푼다. 슬링 와이어 로프를 너무 많이 풀지 마십시오. 패드와 같은 액세서리가 떨어질 수 있습니다.

화물이 지면에 닿으면 다음 사항을 점검합니다.

- 화물이 올바르게 놓여 있습니다.
- 화물이 베어러 블록에서 안정적인 상태입니다. (그렇지 않으면 다시 놓습니다.)
- 슬링 와이어 로프와 패드가 화물 아래에 끼어 있지 않습니다.
- 둥근 화물이 안전하게 고정되어 있습니다.
- 강철 막대나 묶여 있는 화물이 무너지지 않았는지 관찰합니다.

후크 내리기, 슬링 기어 제거(168페이지)

화물 상태를 점검한 후 슬링 와이어 로프를 제거할 수 있는 위치로 후크를 내리고 후크에서 슬링 와이어 로프를 제거합니다. 필요 이상으로 내리지 마십시오. 긴 화물이나 COG를 쉽게 찾을 수 없는 기타 일부 화물의 경우 다음 단계 작업을 쉽게 수행할 수 있도록 COG 위치를 표시하는 것이 좋습니다.

슬링 기어를 제거할 경우 안전하게 쉽게 제거할 수 있는 측(후크 측 또는 화물 측)을 검토해야 합니다.

- 후크 측에서 기어를 제거할 경우 후크를 쉽게 제거할 수 있는 장소로 안내합니다.
- 슬링 와이어 로프가 두꺼울수록 비틀림으로 인해 갑자기 회전할 수 있습니다. 로프 회전 상태를 점검하고 작업 영역을 결정합니다. 작업자 2명 이상이 기어를 제거할 경우 서로 통신해야 합니다.
- 일반적으로 크레인으로 슬링 와이어 로프를 당기지 마십시오. 크레인으로 당기면 화물을 치거나 화물이 무너지거나 떨어질 수 있습니다.

작업 종료, 공구 보관(169페이지)

공구를 제자리에 보관할 때까지 다른 작업을 진행하지 마십시오. 각 작업의 공구를 보관합니다.

- 후크와 화물에서 슬링 기어를 제거합니다.
슬링 기어를 후크나 화물에 부착한 상태로 두지 마십시오.
- 후크를 최소 2 m 이상 높이로 인상합니다.
- 운전자에게 마침 신호를 제공합니다.
- 슬링 와이어 로프를 직선으로 유지하고 지정된 장소에 보관합니다.
- 슬링 기어와 호이스팅 액세서리를 지정된 위치에 보관합니다.

(참조) 화물을 싣거나 쌓는 방법

슬링 작업자의 또 다른 중요한 작업은 크레인이나 다른 리프팅 장비로 운송한 화물을 올바르게 싣거나 쌓는 작업입니다. 이러한 화물을 잘못 싣거나 무질서한 방법으로 실으면 사고가 발생할 뿐만 아니라 작업 효율성이 크게 낮아질 수 있습니다.

화물을 싣거나 쌓을 경우 다음 주의사항에 주의해야 합니다.

- 각 화물 유형에 맞는 베어러 블록을 선택하고 화물이 안정적으로 지지되도록 올바르게 설정합니다. 또한 화물에 의해 발이 부상당하지 않도록 안전화보다 높은 베어러 블록을 준비합니다.
- 쌓은 화물이 뒤집어지거나 미끄러지거나 떨어지지 않도록 항상 화물을 안정적으로 유지합니다. 화물을 쌓을 경우 가능한 COG가 아래에 있도록 무겁거나 큰 화물 위에 가볍거나 작은 화물을 놓습니다. 화물이 흔들림이나 진동으로 인해 무너지지 않도록 화물을 뒤집지 마십시오.
- 화물 저장 순서를 유지합니다. 화물이나 최종 제품을 무질서하게 쌓거나 이러한 화물이 통로 안으로 돌출되면 안전하게 이동하기 어렵고 장소 전체를 위험하게 만들므로 작업 효율성이 낮아집니다.
- 쌓여 있는 화물 중에서 밑에 있는 화물을 뺄 경우 먼저 모든 화물을 제거해야 합니다. 다른 화물 아래에서 힘으로 잡아당기려 하지 마십시오.
- 공구, 예비 부품, 어태치 및 액세서리를 자주 필요한 것과 지금과 나중에만 사용할 것으로 올바르게 나눠 보관합니다.

6장

관련 법률 및 규정

1

산업 안전 보건법

법률 57호(1972년 6월 8일)

(검사 인증서 발급 등) 180페이지

39조

2. 일본 노동후생성 시행령에 명시된 대로 근로 기준 사무소(Labor Standards Office)의 장은 이전 조의 (3)절에 명시된 지정된 기계 등의 설치와 관련된 검사를 통과했다는 지정된 기계 등의 검사 인증서를 발급해야 한다.
3. 일본 노동후생성 시행령에 명시된 대로 근로 기준 사무소의 장은 이전 조의 (3)절에 명시된 지정된 기계 등의 부분 교체 또는 사용 재개와 관련된 검사를 통과했다는 지정된 기계 등의 검사 인증서를 보증해야 한다.

(고용 제한) 184페이지

61조

산업이 내각령에서 정의된 산업 중 하나에 포함되는 경우 노동후생성 시행령에 명시된 대로 고용주는 새로 고용한 감독이나 작업에서 작업자를 직접 안내 또는 감독하는 사람(작업의 장 제외)을 대상으로 다음 사항에 대한 안전 및/또는 보건 교육을 실시해야 한다.

1. 작업 방법 결정과 작업자 할당과 관련된 사항
2. 작업자를 안내 또는 감독하는 방법과 관련된 사항
3. 노동후생성 시행령에 명시된 대로 위 두 가지 항목에 나열된 사항 외에 산업 사고를 방지하기 위해 필요한 사항

2

산업 안전 보건법 시행 명령

내각령 개정 13호(2012)

(지정된 기계 등) 180페이지

12조

1. 법률 37조 (1)절에 명시된 내각령에서 지정된 기계 등(국내 사용으로 명확하지 않은 경우 제외)은 다음과 같은 기계 등이어야 한다.
3. 인상 용량이 3톤 이상인 크레인(스태커 크레인의 경우 1톤 이상)

(과적 제한) 188페이지**23조**

고용주는 정격 용량을 초과한 화물을 적재하고 있는 크레인을 사용해서는 안 된다.

2. 이전 절의 조항에도 불구하고 고용주는 피할 수 없는 이유로 인해 같은 절의 조항을 주목할만하게 준수하기 어렵거나 다음 조치를 수행한 경우 6조 (3)절에서 규정된 하중 시험의 하중까지 정격 용량을 초과하여 적재한 크레인을 사용할 수 있다.

- (i) 사전에 소관 근로 기준 검사소의 장에게 크레인 특별 사례 보고서(양식 10호)를 제출한 경우
- (ii) 사전에 6조 (3)절에서 규정된 하중 시험을 수행하여 이상이 없음을 확인한 경우
- (iii) 작업을 감독할 사람을 지정하고 당사자의 직접 감독 하에 크레인을 운전하는 경우

(과적 제한) 188페이지**25조**

1. 크레인을 사용하여 작업을 수행할 경우 고용주는 크레인 운전용 고정 신호를 설정하고, 육성 신호를 제공하는 사람을 지정하고 당사자가 육성 신호를 제공해야 한다. 그러나 크레인 운전자 단독으로 작업을 수행하는 경우에는 적용되지 않는다.
2. 이전 절에 따라 지정된 사람이 같은 절에 명시된 작업에 종사하는 경우 같은 절에 명시된 신호를 제공해야 한다.
3. (1)절에 명시된 작업에 종사하는 사람은 같은 절에 명시된 신호를 따라야 한다.

(탑승 금지) 188페이지**26조**

고용주는 크레인이 작업자를 운송하거나 작업자가 크레인에 매달리게 해서는 안 된다.

(체인 슬링 안전 계수) 194~195페이지

213-2조

1. 고용주는 체인 슬링 유형에 따라 안전 계수가 다음 사항에 나열된 값 이상이 아니면 체인을 크레인, 이동식 크레인 또는 데릭의 슬링 장비로 사용해서는 안 된다.
 - (i) 모든 다음에서 체인 추락: 4
 - a) 파괴 하중 절반의 힘으로 당기는 경우 0.5% 미만으로 연장
 - b) 장력 세기 값이 400 N/mm² 이상이고 연장이 다음 표의 왼쪽 열에 나열된 장력 세기 값에 해당하는 같은 표의 오른쪽에 나열된 값과 같거나 큼

장력 세기(N/mm ²)	연장(%)
400 이상 630 미만	20
630 이상 1000 미만	17
1000 이상	15

- (ii) 이전 사항에서 체인 미추락: 5
2. 이전 절에 명시된 안전 계수는 체인 슬링의 파괴 하중을 전술한 체인 슬링에 적용되는 최대 하중 값으로 나눈 값이다.

(후크 안전 계수) 195페이지

214조

1. 고용주는 안전 계수가 5 이상이 아닌 후크나 새클을 크레인, 이동식 크레인 또는 데릭의 슬링 장비로 사용해서는 안 된다.
2. 이전 절에 명시된 안전 계수는 후크나 새클의 파괴 하중을 전술한 후크나 새클에 적용되는 최대 하중 값으로 나눈 값이다.

玉掛け技能講習

学科試験例題集

슬링 운전 능력 교육 강좌

연습 교재

I. 크레인 지식

[문제 1] 다음 중 올바른 "크레인" 정의는 무엇입니까?

- (1) 이동식 크레인과 데릭과 달리 동력으로 화물을 인상하고 인상한 화물을 수평으로 운송하는 기계 장치
- (2) 동력으로 화물을 운송하도록 설계된 기계 장치
- (3) 인력으로 화물을 수동으로 인상하고 인상된 화물을 수평으로 운송하도록 설계된 기계 장치

[문제 2] 다음은 크레인 안전 시행령에서 정의하는 "크레인"입니다. 이 중 해당되지 않는 것은 무엇입니까?

- (1) 천장 크레인
- (2) 휠 크레인
- (3) 브릿지 크레인

[문제 3] 다음은 크레인 관련 기술 용어 정의입니다. 이 중 틀린 정의는 무엇입니까?

- (1) "스팬"은 주행 레일 중심 간의 수평 거리를 의미합니다.
- (2) "회전"은 축을 회전 중심으로 하여 지브 또는 지브 크레인의 기타 유사한 부품이 회전하는 것 이외의 작동을 의미합니다.
- (3) "정격 하중"은 크레인의 후크에 걸 수 있는 최대 하중을 의미합니다.

[문제 4] 다음 중 천장 크레인의 스팬에 대한 설명입니다. 이 중 올바른 설명은 무엇입니까?

- (1) 주 거더 빔과 보조 거더 빔 간의 간격
- (2) 주행 레일 중심 간의 수평 거리
- (3) 횡단 레일 중심 간의 수평 거리

[문제 5] 다음은 크레인 작동에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) "회전"은 특정 회전 축에서 지브 또는 지브 크레인의 기타 유사한 부품이 수평으로 회전하는 것을 의미합니다.
- (2) "지브 기복"은 지브를 올리고 회전 축인 지브 베이스 끝까지 내리는 것을 의미하고 "지브 인상과 내리기"는 지브 각도가 줄어드는 방향으로 지브를 이동하는 것을 의미합니다.
- (3) 천장 크레인의 경우 "주행"은 레일이나 주행로에서 크레인이 이동하는 것을 의미합니다.

[문제 6] 다음은 크레인의 "주행" 작동에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) "주행"은 트롤리가 케이블 크레인의 주 로프에서 이동하는 것을 의미합니다.
- (2) "주행"은 월 크레인이 벽면을 따라 이동하는 것을 의미합니다.
- (3) "주행"은 타워 지브 크레인이 지면을 따라 이동하는 것을 의미합니다.

[문제 7] 다음은 크레인 작동에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) "기복"은 지브 크레인의 지브를 올리거나 회전 축인 지브 베이스 끝까지 내리는 것을 의미합니다.
- (2) 브릿지 크레인의 경우 "횡단"은 트롤리가 거더를 따라 이동하는 것을 의미합니다.
- (3) "와인딩"은 인상된 화물이 원형 경로를 따라 이동하는 것을 의미합니다.

[문제 8] 댐 또는 교량 공사와 같은 토목 공사에 주로 사용되는 크레인 유형은 무엇입니까?

- (1) 브릿지 크레인
- (2) 저상 크레인(Low-floor crane)
- (3) 케이블 크레인

[문제 9] 다음 중 강한 바람이 불 때 야외 크레인이 이탈하는 것을 방지하기 위한 장치는 무엇입니까?

- (1) 앵커
- (2) 유압 버퍼 장치
- (3) 과적 방지 장치

[문제 10] 다음은 크레인 운전 주의사항에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 작동 중에 전력이 차단되면 컨트롤러 핸들을 정지 위치로 되돌린 후 주 전원을 끄고 기다립니다.
- (2) 화물을 옆으로 당기거나 비스듬히 인상하지 마십시오.
- (3) 크레인 운전의 효과와 효율성을 향상시키려면 검사를 수행하고 크레인 운전 중에 연료를 재급유합니다.

[문제 11] 다음은 화물 회전에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 와이어 로프가 길수록 회전 기간이 단축됩니다.
- (2) 회전을 방지하는 기본 대책은 무거운 화물을 점차적으로 가속 또는 감속하는 것입니다.
- (3) 회전을 방지하는 기본 대책은 와이어 로프 길이(회전 기간)를 기준으로 운전하는 것입니다.

II. 크레인으로 슬링 작업을 수행하는 데 필요한 역학

[문제 1] 다음 중 힘의 3 요소는 무엇입니까?

- (1) 속력, 방향 및 크기
- (2) 방향, 크기 및 작용점
- (3) 응력, 방향 및 크기

[문제 2] 평형추 서로에게 두 가지 힘이 적용되는 경우 올바른 설명은 무엇입니까?

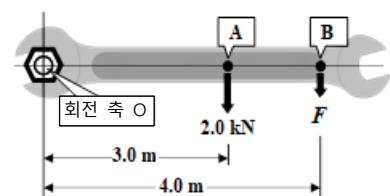
- (1) 두 힘이 크기가 같은 상태에서 같은 방향으로 같은 선을 따라 적용되는 경우
- (2) 두 힘이 크기가 같은 상태에서 반대 방향으로 같은 선을 따라 적용되는 경우
- (3) 두 힘이 크기가 같은 상태에서 반대 방향으로 다른 선을 따라 적용되는 경우

[문제 3] 다음은 평면에 있는 물체의 안정성에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 물체 안정성은 배치 방식에 따라 다릅니다.
- (2) 평면에 있는 물체가 살짝 기울어지면 무게 중심이 아래로 이동합니다.
- (3) 밑면적이 넓은 물체가 더욱 안정적입니다.

[문제 4] 다음 그림에서 A 점에 대한 힘의 모멘트가 B 점에 대한 힘의 모멘트와 동일한 경우 B 점의 힘 F 는 얼마입니까?

- (1) 1.5 kN
- (2) 3.0 kN
- (3) 4.5 kN



[문제 5] 물체가 회전 운동 중인 경우 힘은 물체를 원 중심에서 밖으로 당깁니다. 이 힘을 무엇이라고 합니까?

- (1) 마찰
- (2) 구심력
- (3) 원심력

[문제 6] 외부 힘이 작용하지 않는 한 물체는 멈춰 있으면 멈춰 있으려 하고 이동하면 이동하려고 합니다. 이러한 특성을 무엇이라고 합니까?

- (1) 속력
- (2) 관성
- (3) 가속

[질문 7] 다음 중 기어 축을 제자리에 고정하는 키클 절단하는 하중은 무엇입니까?

- (1) 굽힘 하중
- (2) 비틀림 하중
- (3) 전단 하중

[문제 8] 다음 중 크레인 구조물의 사중과 같이 힘의 크기와 방향이 변하지 않는 하중 유형은 무엇입니까?

- (1) 정하중
- (2) 동하중
- (3) 단작용 하중

[문제 9] 다음은 크레인의 각 부품에 적용되는 기본 하중 유형에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

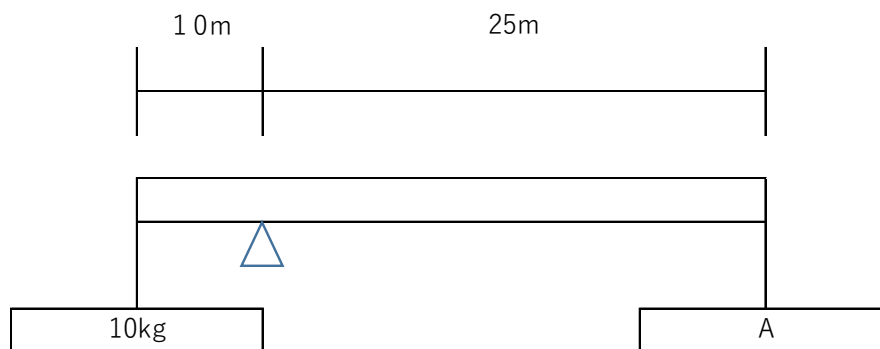
- (1) 인장 하중은 와인딩 드럼에 적용됩니다.
- (2) 압축 하중은 횡단 레일에 적용됩니다.
- (3) 굽힘 하중은 거더에 적용됩니다.

[문제 10] 화물이 지면에서 갑자기 인상되면 슬링 와이어 로프에 적용되는 하중이 화물 무게보다 커져 슬링 와이어 로프가 끊어질 수 있습니다. 이러한 하중 유형을 무엇이라고 합니까?

- (1) 압축 하중
- (2) 전단 하중
- (3) 충격 하중

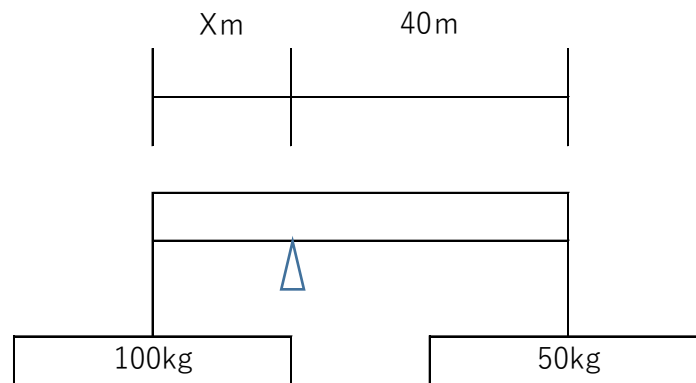
[문제 11] 다음 그림에서 막대 양 쪽 끝의 균형을 맞추기 위해 필요한 무게 A 는 얼마입니까? 이 질문에서는 막대 무게는 포함되지 않습니다.

- (1) 2.5 kg
- (2) 4.0 kg
- (3) 5.0 kg



[문제 12] 다음 그림에서 막대 양 쪽 끝의 균형을 맞추기 위해 필요한 길이 x 는 얼마입니까? 이 질문에서는 막대 무게는 포함되지 않습니다.

- (1) 10 m
- (2) 20 m
- (3) 30 m



III. 크레인으로 슬링 작업 수행

[문제 1] 다음은 풀리 블록에 대한 설명입니다. 이 중 올바른 설명은 무엇입니까?

- (1) 움직 풀리는 지정된 위치에 고정되어 있고 로프 방향을 변경하는 데 사용됩니다.
- (2) 움직 풀리를 사용하여 화물을 인상하는 경우 당기는 로프 길이는 화물이 인상된 높이보다 짧습니다.
- (3) 움직 풀리를 사용하면 무거운 화물을 적은 힘으로 인상할 수 있습니다.

[문제 2] 다음은 벨트 슬링 사용 금지 기준에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 엔드 루프가 절단되어 있거나 손상된 경우 벨트 슬링을 사용하지 마십시오.
- (2) 버클에 균열이 있거나 버클이 구부러진 경우 벨트 슬링을 사용하지 마십시오.
- (3) 열이나 화학 물질로 인해 변색되거나 녹아내린 벨트 슬링을 사용해도 됩니다.

[문제 3] 다음은 슬링 상태 점검에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 화물과 함께 베이라 블록을 인상해도 됩니다.
- (2) 화물이 불안정한 경우 화물을 바닥에 다시 내리고 슬링 위치를 조정합니다.
- (3) 화물이 운송 중일 때 어떠한 것도 떨어지지 않도록 합니다.

[문제 4] 다음은 슬링 와이어 로프 끝에 적용되는 아이 스플라이싱에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) "마키사시"(와인딩 삽입)가 "카고사시"(분할 삽입)보다 수행하기 쉽지만 화물이 인상될 때 와이어 로프가 회전하면 스플라이스가 풀릴 수 있으므로 더욱 주의해야 합니다.
- (2) 직접 아이 스플라이스를 수행하면 스플라이스 능력 수준에 따라 세기가 달라질 수 있습니다.
- (3) "카고사시"(분할 삽입)를 사용하는 경우 와이어 로프를 고정하는 데 사용됐더라도 슬링에 와이어 로프를 사용할 수 있습니다.

[문제 5] 다음은 화물을 하역 장소에 안내에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 운송 중인 화물을 따라 걸을 경우 인상된 화물 가장자리에서 최소 1 m 이상 떨어지십시오.
- (2) 시작 전 회의에서 결정된 대피 영역으로 대피합니다.
- (3) 고정 신호를 사용하여 크레인 운전자에게 방향을 알리고 화물이 하역 장소에 도착할 때까지 화물 앞에 서서 안내합니다.

[문제 6] 다음은 슬링 작업이 완료된 후에 수행할 작업에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 후크와 화물에서 슬링 기어를 제거합니다. 슬링 기어를 후크나 화물에 부착한 상태로 두지 마십시오.
- (2) 후크를 최소 1 m 이상 높이로 인상합니다.
- (3) 운전자에게 마침 신호를 제공합니다.

[문제 7] 다음은 슬링 작업 복장에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 안전모를 착용하고 턱 끈을 올바르게 맵니다.
- (2) 높은 장소에서 작업 시 추락 위험을 방지하기 위해 추락 보호 장비(안전 벨트)를 착용합니다.
- (3) 수행할 작업 유형에 적합한 소매가 짧은 상의와 짧은 바지를 착용합니다.

[문제 8] 다음은 로드 체인을 안전하게 사용에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 작업 하중을 명확하게 파악한 경우에만 슬링에 로드 체인을 사용합니다.
- (2) 높은 장소에서 체인을 떨어뜨리지 마십시오.
- (3) 꼬여 있는 체인을 사용합니다.

[문제 9] 다음은 와이어 로프를 안전하게 사용에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 올바른 슬링 각도에서 와이어 로프를 사용하고 안전 계수가 최소 6 이상인지 확인합니다.
- (2) 고온 화물에 와이어 로프를 사용할 수 있습니다.
- (3) 와이어 로프에 비틀림이나 기타 문제가 있는 경우 와이어 로프를 사용하지 마십시오.

[문제 10] 다음은 화물 무게 예측에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 형태를 주의 깊게 고려하여 치수를 예측합니다.
- (2) 화물 무게를 모르면 슬링 작업 담당자에게 물어봅니다.
- (3) 실제 화물 무게보다 가벼운 무게에 적합한 슬링 기어를 선택합니다.

[문제 11] 다음은 리프팅 클램프에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 세로 방향 화물을 인상하는 데 수직 클램프를 사용하고 가로 방향 화물을 인상하는 데 수평 클램프를 사용합니다.
- (2) 충격 하중이 카고나 클램프에 적용되지 않도록 주의합니다.
- (3) 물품이 두 개 이상 쌓여 있는 화물을 인상하거나 패드를 인상할 때 클램프를 사용해도 됩니다.

[문제 12] 다음은 벨트 슬링에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 크레인 운전자는 화물이 인상되는 동안에는 작업 위치를 벗어나서는 안 됩니다.
- (2) 초크형 걸이를 사용하는 경우 벨트 슬링은 화물을 인상할 때 단단히 압착합니다.
- (3) 물이나 기름이 묻은 벨트 슬링을 사용해도 됩니다.

[문제 13] 다음은 슬링 작업용 해커 사용에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 화물의 형태, 무게 및 두께에 맞는 해커를 선택하십시오.
- (2) 치수가 서로 다른 쌓여 있는 화물을 인상할 때 해커를 사용해도 됩니다.
- (3) 해커를 사용할 경우 슬링 각도가 60 도 미만이고 인접 슬링 간의 각도가 30 도 미만인지 확인합니다.

[문제 14] 다음은 슬링 신호에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 크레인 운전자가 잘 볼 수 있도록 2 명이 신호를 제공합니다.
- (2) 신호수는 크레인 운전자가 잘 볼 수 있고 작업이 명확하게 보이는 안전한 장소에서 작업합니다.
- (3) 항상 화물을 일직선으로 인상합니다. 화물이 비스듬하게 인상되지 않는지 확인한 후 신호를 제공합니다.

[문제 15] 다음은 슬링 작업의 기본 절차에 대한 설명입니다. 이 중 올바른 순서는 무엇입니까?

- (1) 슬링 방법 결정 → 화물 무게 중심 확인 → 화물 무게 확인 → 정격 하중 확인
- (2) 정격 하중 확인 → 화물 무게 중심 확인 → 슬링 방법 결정 → 화물 무게 확인
- (3) 정격 하중 확인 → 화물 무게 확인 → 화물 무게 중심 확인 → 슬링 방법 결정

IV. 관련 법률 및 규정

[문제 1] 다음 중 바닥조정 크레인을 사용하여 5 톤 이상인 화물을 인상할 경우 슬링 작업을 수행할 수 있는 사람은 누구입니까?

- (1) 바닥조정 크레인의 능력 교육 강좌를 이수한 사람
- (2) 슬링 작업과 관련된 특수 교육 강좌를 이수한 사람
- (3) 슬링 작업의 능력 교육 강좌를 이수한 사람

[문제 2] 다음 중 규정에서 인상된 화물 아래 공간에 작업자 진입 금지 조건으로 규정하지 않는 것은 무엇입니까?

- (1) 동력으로 내리기 이외의 방법을 사용하여 화물이나 슬링 기어를 내리는 경우
- (2) 자기 필터 또는 진공 필터를 사용하여 화물을 인상하는 경우
- (3) 두 장소에서 와이어 로프로 슬링한 화물을 인상하는 경우

[문제 3] 부적절한 와이어 로프 사용 금지에 대한 규정에 따라 공칭 직경 비율이 몇 % 이내로 감소해야 합니까?

- (1) 5%
- (2) 6%
- (3) 7%

[문제 4] 부적절한 와이어 로프 사용 금지에 대한 규정에 따라 다음 중 사용할 수 있는 슬링 와이어 로프 유형은 무엇입니까?

- (1) 1 회 꼬임에서 요소 와이어(필러 와이어 제외)가 9% 미만으로 절단된 와이어 로프
- (2) 비틀린 와이어 로프
- (3) 심각하게 변형되거나 부식된 와이어 로프

[문제 5] 다음 중 자가 검사 기록을 크레인 안전 시행령에 규정된 대로 보존해야 하는 기간은 얼마입니까?

- (1) 1 년
- (2) 2 년
- (3) 3 년

[문제 6] 다음 중 크레인 검사 인증서의 유효 기간은 얼마입니까?

- (1) 6 개월
- (2) 1 년
- (3) 2 년

[문제 7] 다음은 크레인의 법률 및 규정에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 슬링 보조원이 운전 신호를 제공해야 합니다.
- (2) 작업자를 운송하거나 인상하는 데 크레인을 사용해서는 안 됩니다.
- (3) 크레인 운전자는 화물이 인상되는 동안에는 작업 위치를 벗어나서는 안 됩니다.

[문제 8] 다음은 폭풍우 또는 강한 바람이 불 때의 크레인 운전에 대한 설명입니다. 이 중 틀린 설명은 무엇입니까?

- (1) 폭풍우 중에 고용주가 크레인을 운전해도 됩니다.
- (2) 크레인이 순간 풍속 30 m/s 의 바람에 노출될 것으로 예상되는 경우 고용주는 이탈을 방지하는 장치 설치와 같은 조치를 취해야 합니다.
- (3) 고용주는 작업에 위험을 가할 수 있는 강풍이 예보된 경우 크레인 관련 작업을 연기해야 합니다.

[문제 9] 다음은 슬링 와이어 로프 문제를 점검하는 기간입니다. 이 중 올바른 기간은 무엇입니까?

- (1) 시작 전 검사로 매일
- (2) 정기 검사로 주 1 회
- (3) 정기 검사로 월 1 회

[문제 10] 다음 중 크레인 안전 시행령에 규정된 슬링 와이어 로프의 올바른 안전 계수는 얼마입니까?

- (1) 4 이상
- (2) 5 이상
- (3) 6 이상

[문제 11] 다음 중 크레인 안전 시행령에 규정된 로드 체인의 올바른 안전 계수는 얼마입니까?

- (1) 1 이상
- (2) 4 이상 또는 특정 조건이 충족되면 3 이상
- (3) 5 이상 또는 특정 조건이 충족되면 4 이상

[문제 12] 다음 중 크레인 안전 시행령에 규정된 슬링 후크와 샤프클의 올바른 안전 계수는 얼마입니까?

- (1) 3 이상
- (2) 4 이상
- (3) 5 이상

정답

I. 크레인 지식(11 문제)

[문제 1] (1), [문제 2] (2), [문제 3] (2), [문제 4] (2), [문제 5] (2),
[문제 6] (1), [문제 7] (3), [문제 8] (3), [문제 9] (1), [문제 10] (3),
[문제 11] (1)

II. 크레인으로 슬링 작업을 수행하는 데 필요한 역학(12 문제)

[문제 1] (2), [문제 2] (2), [문제 3] (2), [문제 4] (1), [문제 5] (3),
[문제 6] (2), [문제 7] (3), [문제 8] (1), [문제 9] (1), [문제 10] (3),
[문제 11] (2), [문제 12] (2)

III. 크레인으로 슬링 작업 수행(15 문제)

[문제 1] (3), [문제 2] (3), [문제 3] (1), [문제 4] (3), [문제 5] (1),
[문제 6] (2), [문제 7] (3), [문제 8] (3), [문제 9] (2), [문제 10] (3),
[문제 11] (3), [문제 12] (3), [문제 13] (2), [문제 14] (1), [문제 15] (3)

IV. 관련 법률 및 규정(12 문제)

[문제 1] (3), [문제 2] (3), [문제 3] (3), [문제 4] (1), [문제 5] (3),
[문제 6] (3), [문제 7] (1), [문제 8] (1), [문제 9] (1), [문제 10] (3),
[문제 11] (3), [문제 12] (3)