

KOSHA GUIDE

M - 186 - 2015

크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용  
와이어로프의 작업에 관한 기술지침

2015. 11

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 서울과학기술대학교 이근오 교수

o 제·개정 경과

- 2015년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- 한국산업안전보건공단 / 천정크레인 달기기구 및 줄걸이 작업의 안전(포항 99-2-358)
- 한국산업안전보건공단 / 운반보조장비 취급요령 - 줄걸이 작업중심(전문교육 2901-A0-298-1)
- KS규격 D 3514: 와이어로프 일반지침
- KS규격 B 6242: 와이어로프 슬링
- KS규격 B 1335:2001: 훅(Hooks)
- ISO 4309: 와이어로프(Wire rope)
- EN 13411-6: 비대칭 웨지 소켓(Asymmetric wedge socket)
- EN 13411-7: 대칭 웨지 소켓(Symmetric wedge socket)
- BGI 555(Berufsgenossenschaft Information): (독일 노동조합 일반정보)크레인 운영자 일반지침
- BGR 500(Berufsgenossenschaft Regel)제2장제8절: (독일 노동조합 규정)크레인 작업시 중량물 양중작업에 관한 운영지침
- DIN 3093(독일 공업규격: 알루미늄 소켓의 와이어결속): DIN(Deutsche Institut für Normung: 독일 공업규격)
- DIN 15315(독일 공업규격: 로프체결방법)
- 한국산업안전보건공단: 와이어로프 사용안전
- 한국산업안전보건공단: 크레인 안전작업

○ 관련법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한규칙 제2편 제9절 제7관 양중기의 와이어로프 등 제 163조(와이어로프 등 달기구의 안전계수)부터 제170조(링 등의 구비)까지
- 산업안전보건기준에 관한규칙 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지 업무 등)
- 고용노동부 고시 제2012-33호 위험기계·기구 의무안전인증 고시

○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2015년 12월 7일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

# 크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용 와이어로프의 사용에 관한 기술지침 제안개요

## I. 제정이유

크레인으로 중량물 운반시 이에 사용되는 달기기구의 적정선정 및 와이어로프 작업 등을 안전하게 수행할 수 있도록 하기위한 사항을 정함을 목적으로 함

## II. 제정(안)의 주요내용

1. 이 기술지침은 다음의 기존 기술지침을 통합한 제정(안)임
  - M-85-2011 크레인 달기기구 및 줄걸이작업에 관한 기술지침
  - M-81-2011 줄걸이용 와이어로프의 사용에 관한 기술지침
2. 이 기술지침의 주요 내용은 다음과 같음
  - 달기기구의 선정
  - 축의 사용기준 및 점검방법
  - 와이어로프의 관리
  - 줄걸이용 와이어로프
  - 줄걸이 방법 선정 등
3. 주요 수정, 변경 내용은 다음과 같음
  - 목적 및 적용범위 등을 통합하고 수정함
  - 기술지침에서 사용되는 용어에 대해 정리하고 이를 보완함

# 크레인 달기기구 및 줄걸이 작업용 와이어로프의 사용에 관한 기술지침

## 1. 목적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지 업무 등)의 규정에 의하여 크레인으로 중량물 운반시 이에 사용되는 달기기구의 적정선정 및 안전보건규칙 제2편 제9절 제7관 양중기의 와이어로프(Wire-Rope)등의 제163조(와이어로프 등 달기기구의 안전계수)부터 제170조(링 등의 구비)까지의 규정에 의하여 와이어로프 작업등을 안전하게 수행할 수 있도록 하기위한 사항을 정함을 목적으로 한다.

## 2. 적용 범위

이 지침은 크레인 등 모든 양중설비에서 작업할 때 작업상 필요한 달기기구의 사용과 줄걸이 작업용 와이어로프의 사용 시에 적용한다.

## 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) 달기기구"라 함은 로프슬링(Rope-sling), 체인슬링(Chain-sling), 링(Ring), 훅(Hook), 샤클(Shackle) 등과 같이 인양물건을 쉽게 체결하여 운반작업을 안전하게 수행 할 수 있는 운반보조 기구를 말한다.

(나) “러그(lug)”라 함은 크레인 달기기구의 윗쪽에 줄걸이용구인 와이어로프, 섬유로프 또는 크레인의 훅 등을 직접 결속할 수 있도록 원형구멍을 낸 걸고리쇠를 말한다.

- (다) “크레인(Crane)”라 함은 훅(Hook)이나 그 밖의 달기기구를 사용하여 화물의 권상과 이송을 목적으로 일정한 작업공간 내에서 반복적인 동작이 이루어지는 기계를 말한다.
- (라) “호이스트(Hoist)”라 함은 원동장치, 감속장치 및 드럼 등을 일체형으로 조합한 양중장치와 이 양중장치를 사용하여 화물의 권상 및 횡행 또는 권상 동작만을 행하는 크레인을 말하며, 정치식·모노레일식·이중레일식 호이스트로 구분한다.
- (마) “횡행(Traversing)”이라 함은 크래브(Crab) 또는 트롤리(Trolley)가 거더(Girder), 트랙(Track), 로프(Rope), 지브(Jib) 등을 따라 이동하는 것을 말한다.
- (바) “줄걸이 작업”이라 함은 운반하는 화물에 달기기구를 걸거나 벗기는 행위를 말한다.
- (사) “와이어로프(Wire rope)”라 함은 양질의 탄소강(C:0.50~0.85)의 소재를 인발한 많은 소선(Wire)을 집합하여 꼬아서 스트랜드(Strand)를 만들고 이 스트랜드를 심(Core) 주위에 일정한 피치(Pitch)로 감아서 제작한 일종의 로프이다.
- (아) “소선(Wire)”이라 함은 스트랜드를 구성하는 강선, 비도금 소선을 말한다.
- (자) “스트랜드(Strand)”라 함은 복수의 소선 등을 꼰 로프의 구성요소, 밧줄 또는 연선을 말한다.
- (차) “해지장치”이라 함은 훅걸이용 와이어로프 등이 훅으로부터 벗겨지는 것을 방지하기 위한 장치이다.
- (카) “파단하중”이라 함은 파단시험에서 시험편이 파단될 때 까지의 최대하중을 말한다.
- (타) “로프지름”이라 함은 로프 임의의 단면에서 외접원의 지름을 말한다.
- (파) “필러(Filler)선”이라 함은 필러형 로프 스트랜드 안에서 내·외층 소선사이의 빈틈을 채우고 있는 소선을 말한다.

(하) “정격하중”이라 함은 크레인의 권상(호이스팅)하중에서 혹, 크래브(Crab) 또는 버킷(Bucket) 등 달기기구의 중량에 상당하는 하중을 뺀 하중을 말한다. 다만, 지브(Jib)가 있는 크레인 등으로서 경사각의 위치에 따라 권상능력이 달라지는 것은 그 위치의 권상하중에서 달기기구의 중량을 뺀 하중을 말한다.

(2) 그밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

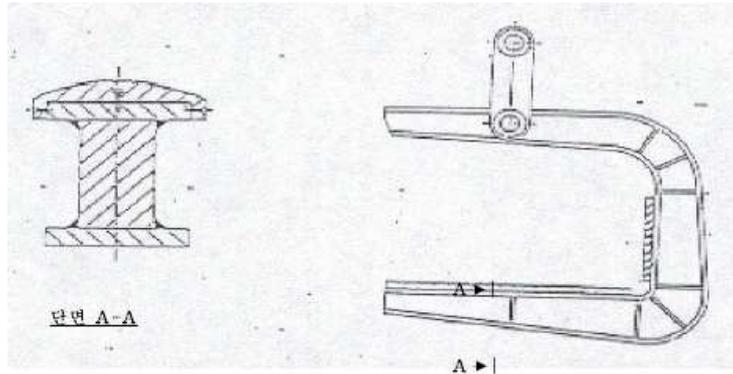
## 4. 달기기구의 선정

### 4.1 제작·선정 시 유의사항

- (1) 달기기구의 재질 및 강도는 화물의 형상 및 하중 등을 고려하여 사용이 용이하고 충분한 내구력을 갖도록 설계한다.
- (2) 인양할 화물의 중심위치를 정확하게 잡아줄 수 있어야 한다.
- (3) 달기기구에는 정격하중이 표시되어 있을 것
- (4) 해지장치는 균열, 변형 등이 없을 것
- (5) 볼트, 너트 등은 풀림 또는 탈락이 없을 것

### 4.2 코일운반 보조용 달기기구

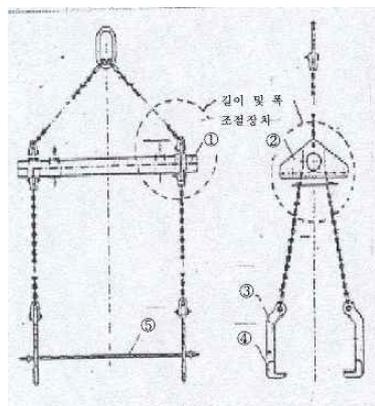
- (1) 코일운반 보조용 달기기구는 <그림 1>과 같이 달기기구의 하단 및 측면부에 마찰력과 내구력이 우수한 재질의 패드(스타라이트 재질)를 설치하거나, 하단 인입부에 턱을 주어 운반코일의 손상방지 및 코일 미끄러짐에 의한 낙하위험이 없는 구조로 한다.



<그림 1> 코일 운반 보조용 달기기구

#### 4.3 철판운반 보조용 달기기구

- (1) 철판운반 보조용 달기기구는 <그림 2>와 같이 제품 치수별로 지그간의 간격을 조절할 수 있도록 길이 및 폭 조절기능이 있어야 하며, 달기기구 본체와 지그 연결 시에는 와이어로프, 체인, 링 등의 링크기구를 사용하며 와이어로프인 경우에는 심블을 반드시 부착·사용한다.
- (2) 크로스바에는 일정간격의 길이조정용 구멍을 뚫어 철판 길이에 따라 가이드를 위치시키고 핀으로 고정하여 설치한다.

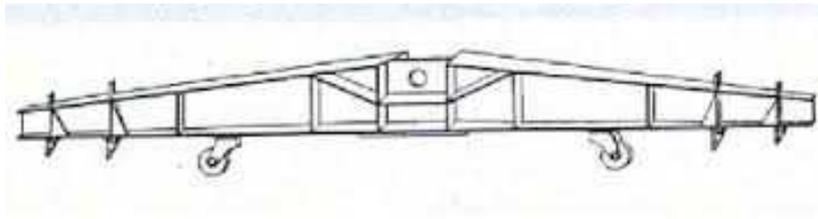


| NO. | 항 목      |
|-----|----------|
| 1   | 크로스바     |
| 2   | 가이드      |
| 3   | 철판운반용 지그 |
| 4   | 혹        |
| 5   | 지그 손잡이   |

<그림 2> 철판운반 보조용 달기기구

#### 4.4 긴자재 운반 보조용 달기기구

- (1) 철근, 파이프 등의 긴자재 운반 보조용 달기기구는 <그림 3>과 같이 본체에 길이 및 폭 조정용 가이드를 설치하여 운반물의 치수에 따라 줄걸이 길이 및 폭 조절이 가능한 구조로 한다
- (2) 단위 규격별로 운반물 이송 시에는 운반물의 유동에도 평형유지가 가능하도록 달기기구 본체와 지그 사이를 체인이나 와이어로프 등의 링크기구로 연결하여 4점걸이 운반작업 구조로 한다.
- (3) 운반보조용 달기기구의 하단부에는 필요시 바퀴를 설치하여 달기기구의 인력운반이 용이하도록 한다.



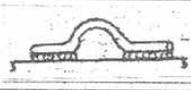
<그림 3> 긴자재 운반 보조용 달기기구

#### 4.5 러그의 용접

운반보조용 달기기구에 크레인의 훅 등을 직접 결속할 수 있도록 하기위해 설치되는 러그(Lug)는 용접길이 부족에 의해 운반중량물의 하중을 견디지 못하여 러그가 탈락·낙하하는 위험이 없도록 다음 <표 1>의 러그 소재에 따른 하중별 러그 용접길이를 적용한다.

<표 1> 하중별 러그의 용접길이 간격 적용표

(단위: mm)

| 용접길이<br>하중      | 철판의<br>두께(t) |  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |  |       |       |      |      |  |
|-----------------|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|-------|-------|------|------|--|
|                 |              | 5   | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 12   | 13   | 15   | 10    | 15  | 20    | 25    | 30   | 50   |  |
| 용접<br>길이<br>(L) | 500kgf       | 24.6  | 20.5 | 17.6 | 15.4 | 13.7 | 12.3 | 10.3 | 9.5  | 8.2  | 11.7  | 7.9   | 5.9   | 4.7   | -    | -    |  |
|                 | 1,000kgf     | 49.3  | 41.1 | 35.2 | 30.8 | 27.4 | 24.6 | 20.5 | 18.9 | 16.4 | 23.6  | 15.7  | 11.8  | 9.4   | 7.9  | 4.7  |  |
|                 | 1,500kgf     | 73.9  | 61.6 | 52.8 | 46.2 | 41.1 | 37.0 | 30.8 | 28.4 | 24.6 | 35.3  | 23.6  | 17.7  | 14.2  | 11.8 | 7.1  |  |
|                 | 2,000kgf     | 98.5  | 82.1 | 70.4 | 61.6 | 54.7 | 49.3 | 41.1 | 37.9 | 32.8 | 47.1  | 31.4  | 23.6  | 28.3  | 15.7 | 9.4  |  |
|                 | 3,000kgf     | 148   | 123  | 106  | 92   | 82   | 74   | 62   | 57   | 49   | 70.6  | 47.1  | 35.3  | 37.7  | 23.6 | 14.1 |  |
|                 | 5,000kgf     | 246   | 205  | 176  | 154  | 137  | 123  | 103  | 95   | 82   | 117.6 | 78.4  | 58.8  | 65.9  | 39.2 | 23.5 |  |
|                 | 10,000kgf    | 493   | 411  | 352  | 308  | 274  | 246  | 205  | 189  | 164  | 235.2 | 156.9   | 117.6 | 131.7 | 78.4 | 47.1 |  |

1. 러그의 부착 위치는 중량물의 처짐방지를 위하여 수직, 수평보의 교차점으로 할 것
2. 러그 접촉부위가 완전 용입되도록 용접 실시
3. 표는 재질을 SS41로 하였으며, 철근의 경우 외주면적의 1/3을 접촉면으로 기준함
4. 러그 용접길이 계산 방법

$$L = \frac{0.707 \cdot P}{h \cdot \sigma_a}$$

L = 용접길이[mm]      P : 하중[kgf]

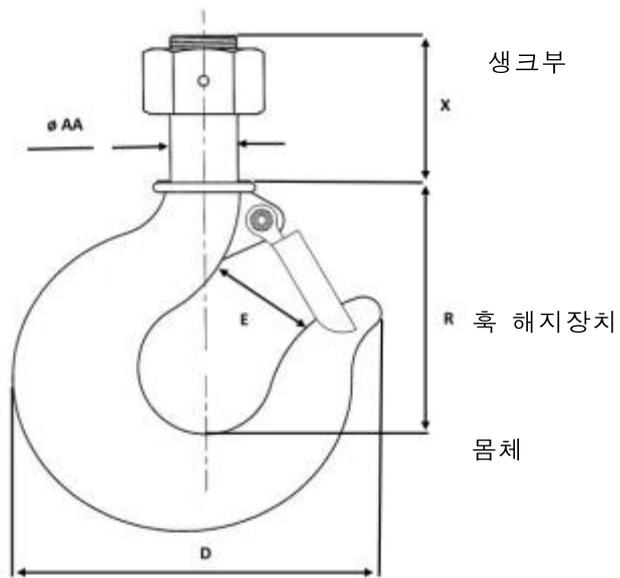
h : 용접의 각장[mm, 0.7 × 모재의 두께]

$\sigma_a$  : 재료의 허용응력[kgf/mm<sup>2</sup>, 안전율 10 적용시 : 4.1kgf/mm<sup>2</sup>]

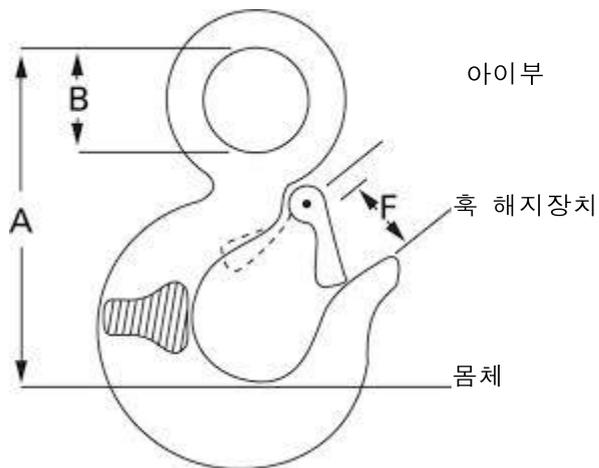
## 5. 훅

### 5.1 훅의 종류 및 구조

(1) 훅은 모양에 따라 생크 훅(S)과 아이 훅(E)으로 분류한다.



<그림 4> 생크 훅(Shank Hook)



<그림 5> 아이 훅(Eye Hook)

## 5.2 혹 사용기준

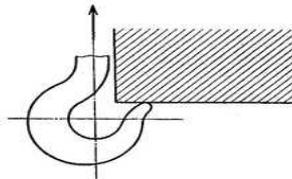
### 5.2.1 혹의 개조금지

혹을 사용할 때는 안전 확보를 위하여 적절이 사용하며 다음과 같이 개조를 해서는 안 된다.

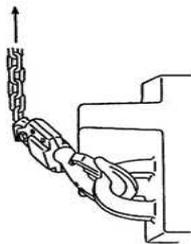
- (1) 기계 가공의 추가
- (2) 용 접
- (3) 열처리
- (4) 전기 도금
- (5) 혹 해지장치의 철거

### 5.2.2 혹의 손상방지

혹의 손상 등을 방지하기 위하여 다음과 같이 사용하면 안 된다.



<그림 6>



<그림 7>



<그림 8>

- (1) 혹 선단에 부하 (<그림 6> 참조)
- (2) 가로방향 부하 (<그림 7> 참조)
- (3) 체인을 감아서 (<그림 8> 참조)
- (4) 혹을 용접작업의 접지 대신 사용하는 것
- (5) 항상 물 속에 침지시키거나 또는 혹 해지장치의 기능을 상실하게 하는 것

### 5.2.3 혹의 점검방법

#### (1) 일상점검

(가) 육안으로 혹의 겉모양, 각 부의 이상 유무를 점검한다.

#### (2) 통상점검

(가) 혹의 변형, 손상

(나) 혹 결합 부분의 이완

(다) 나사부의 균열, 마모

(라) 혹 해지장치의 효과

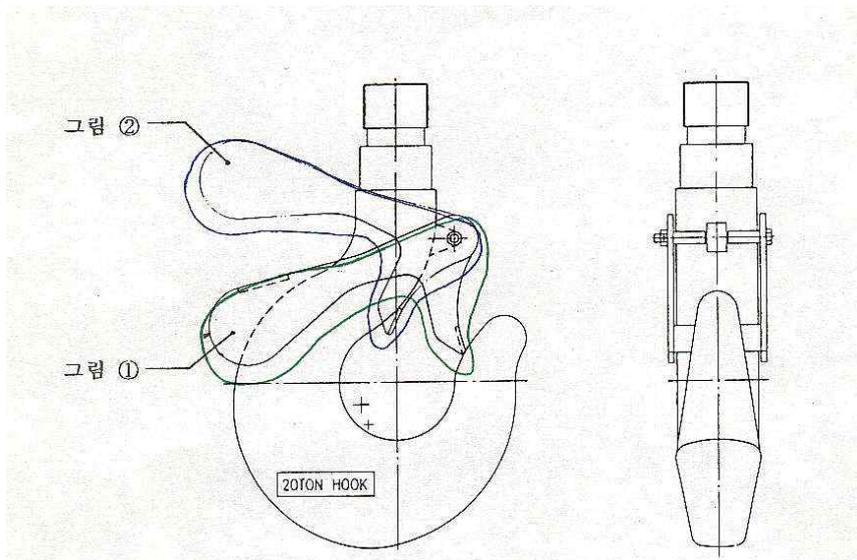
## 6. 혹 해지장치

### 6.1 적용기준

중량물 운반 시 사용되는 운반보조용 혹에는 와이어로프 등이 이탈되는 것을 방지하는 해지장치가 부착되어야 한다. 다만, 전용 달기기구로서 작업자의 도움 없이 줄결이가 가능하며 작업경로에 작업자의 접근이 없는 경우는 예외로 할 수 있다.

### 6.2 구조

- (1) 스프링에 의해 자동 복원되는 구조 또는 와이어로프나 러그를 삽입·인출 시 손협착 위험이 없는 구조인 편심자중식 혹 해지장치를 설치한다.
- (2) 편심자중식 혹 해지장치는 <그림 9>와 같이 체결용편을 중심으로 무게중심이 편심이 되도록 하여 혹 외부에서 손잡이를 들어 주면 해지되고, 외력제거 시 편심자중에 의해 자동복귀 될 수 있는 구조로 한다.



1. 체결용 편을 중심으로 무게중심이 편심되도록 제작
2. 외력제거 시 편심자중에 의해 자동복귀(① 참조)
3. 혹 외부에서 손잡이를 들어주면 해지(② 참조)

<그림 9> 편심자중식 혹 해지장치

## 7. 와이어로프의 관리

### 7.1 달기구의 안전계수

양중기의 와이어로프 등 달기구의 안전계수가

$$(\text{안전계수} = \frac{\text{달기기구 과단하중의 값}}{\text{달기기구에 걸리는 하중의 최대값}})$$

다음 각 호의 구분에 따른 기준에 맞지 아니한 경우에는 이를 사용해서는 아니 된다.

- (1) 근로자가 탑승하는 운반구를 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우: 10 이상
- (2) 화물의 하중을 직접 지지하는 달기와이어로프 또는 달기체인인 경우: 5 이상
- (3) 훅(Hook), 샤클(Shackle), 클램프(Clamp), 리프팅 빔의 경우: 3 이상
- (4) 그 밖의 경우: 4 이상
- (5) 와이어로프를 절단하여 양중작업용구를 제작하는 경우 반드시 기계적인 방법으로 절단하여야 하며, 가스용단 등 열에 의한 방법으로 절단해서는 아니 된다.
- (6) 아크(Arc), 화염, 고온부 접촉 등으로 인하여 열영향을 받는 와이어로프를 사용해서는 아니 된다.
- (7) 훅 해지장치의 기능을 확인한다.
- (8) 훅의 안쪽에 있는 와이어로프부터 순서에 맞게 건다.
- (9) 훅에 매다는 로프의 각도는 60°이하로 한다.

## 7.2 와이어로프 관리방법

- (1) 와이어로프의 소손, 킹크발생을 억제하고 수명연장을 위해 정격용량의 와이어로프를 사용할 수 있도록 관리한다.
- (2) 관리책임자를 지정하여 정기적인 점검 및 책임 있는 현장관리가 되도록 한다.
- (3) 와이어로프에는 다음 사항이 표시된 점검표를 부착한다.

(가) 관리번호

(나) 정격하중

(다) 점검주기

(라) 점검내용

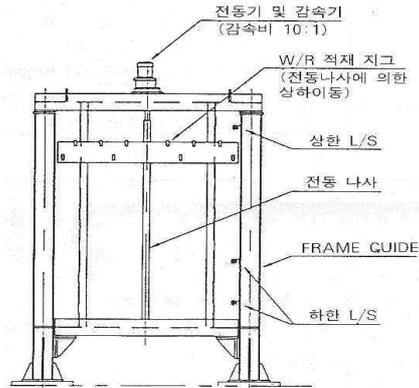
(마) 입고일자

(바) 점검일자

(사) 점검자

## 7.3 와이어로프의 보관

- (1) 소형 와이어로프는 스탠드형 패널에 걸고리가 부착된 소형 적치대를 설치하여 보관한다.
- (2) 중형 와이어로프는 <그림 10>와 같이 와이어로프 적재용 지그가 가이드레일을 따라 동력으로 상·하 작동될 수 있는 구조의 동력식 적치대를 설치하여 보관한다.
- (3) 대형 와이어로프는 평평한 일정 장소에 중량별로 색상을 구분하여 보관한다.



<그림 10> 중형 와이어로프 적치대

#### 7.4 점검방법

- (1) 점검기준에 의거 점검하고 불량 시 즉시 폐기 조치한다.
- (2) 점검표가 없거나 줄걸이용구의 정격하중을 초과한 중량물에는 사용을 금지한다.
- (3) 점검후에는 점검자 이름, 점검일자를 기록하고 서명한다.

### 8. 줄걸이용 와이어로프

#### 8.1 줄걸이용 와이어로프 안전계수

- (1) 줄걸이용 와이어로프의 안전계수는 반드시 5 이상 이어야 한다.
- (2) 줄걸이용 와이어로프는 연결고정 방법에 의한 파단하중의 저하 및 줄걸이용 각도에 따라 하중변화가 있기 때문에 안전계수 계산 시 이러한 변수를 고려하여야 한다.
- (3) 줄걸이용 와이어로프의 안전계수 계산은 다음 식에 따른다.

$$S = \frac{F \cdot \eta_R \cdot n}{W \cdot C}$$

여기서

S : 안전계수

F : 와이어로프 파단하중(ton)

$\eta_R$ : 연결고정이음효율, <표 3> 참조

n : 줄수

W : 최대사용하중(ton)

C : 하중계수, <그림 20> 참조

## 8.2 줄걸이용 와이어로프의 사용 제한 기준

줄걸이용 와이어로프로 사용하여서는 안되는 것은 다음과 같다.

- (1) 이음매가 있는 것
- (2) 와이어로프의 한 피치(Pitch)에서 끊어진 소선(필러선을 제외한다)의 수가 10 % 이상인 것
- (3) 지름의 감소가 공칭지름의 7 %를 초과하는 것
- (4) 꼬인 것
- (5) 심하게 변형 또는 부식된 것

## 8.3 줄걸이용 와이어로프의 연결고정방법

### 8.3.1 아이 스플라이스(Eye splice) 가공법

- (1) 연결을 링 형태로 가공하는 방법으로 와이어로프의 모든 스트랜드를 3회 이상 끼워 째 후 각 스트랜드 소선의 절반을 절단하고 남은 소선을 다시 2회 이상 끼워 짜야 한다. 다만, 모든 스트랜드를 4회 이상 끼워 째 때에는 1회 이상 끼워 짜야 한다.
- (2) 아이(Eye)부위에 심블(Thimble)을 넣는 경우에는 심블이 반드시 용접된 상태 이어야 한다.



<그림 11> 아이 스플라이스 가공법

### 8.3.2 소켓(Socket) 가공법

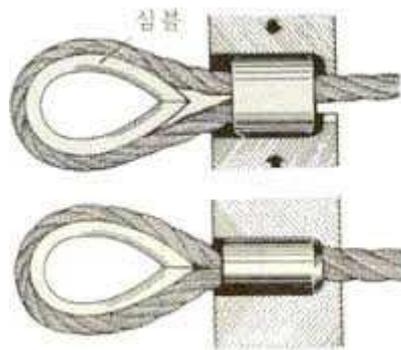
- (1) 연결부에 금형 또는 소켓을 부착하여 용융금속을 주입하여 고착시킨다.
- (2) 반드시 와이어로프를 시이징(Seizing) 처리 후 소선을 완전히 풀어헤친 상태에서 용융금속을 주입해야한다.
- (가) 현수교 등 하중이 크게 걸리는 곳에 주로 사용
- (나) 정확히 가공하면 이음효율이 100 %
- (다) 소켓의 종류는 개방형과 밀폐형이 있음



<그림 12> 소켓의 종류

### 8.3.3 록(Lock) 가공법

- (1) 파이프형태의 슬립(Slip)에 와이어로프를 넣고 압착하여 고정시킨다.
- (2) 로프의 절단하중과 거의 동등한 효율을 가지며 주로 슬링용(Sling) 로프에 많이 사용된다.



<그림 13> Lock 가공법

### 8.3.4 클립(Clip) 체결법

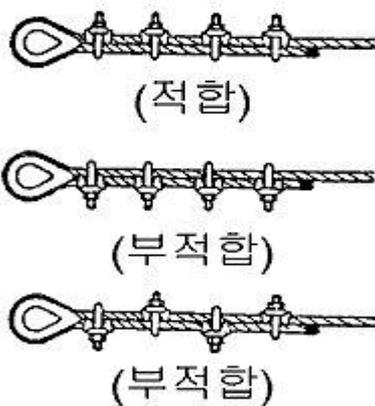
클립 체결법은 다음과 같은 사항을 주의해야 한다.

- (1) 클립의 새들(Saddle)은 <그림 14>과 같이 와이어로프의 힘이 걸리는 쪽에 있어야 한다.

- (2) 클립 수량과 간격은 로프 직경의 6배 이상, 수량은 최소 4개 이상일 것
- (3) 하중을 걸기 전 후에 단단하게 조여줄 것
- (4) 가능한 한 심블을 부착할 것
- (5) 남은부분을 시이징 할 것
- (6) 심블을 사용할 경우에는 심블이 이탈되지 않도록 용접되어야 한다.
- (7) 클립의 체결수량은 다음 <표 2>에 따른다.

<표 2> 체결 클립 개수

| 와이어로프의지름(mm) | 클립수(개) |
|--------------|--------|
| 16이하         | 4      |
| 16초과 - 28이하  | 5      |
| 28초과         | 6      |



<그림 14> 클립 체결법

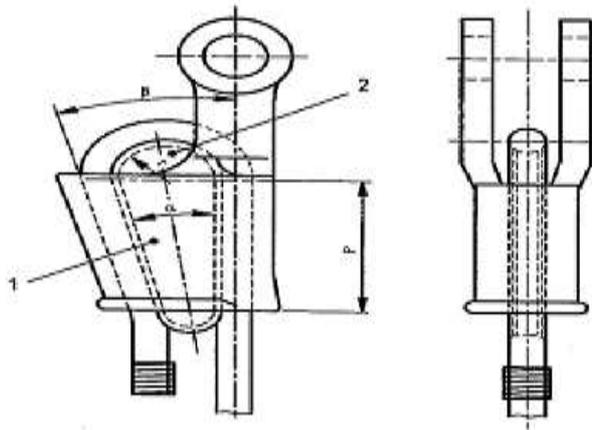
### 8.3.5 웨지(Wedge socket) 소켓법

췁기의 일종으로 췁기에 로프를 감아 케이스에 밀어 넣어 결속하는 방법이며 비대칭 웨지 소켓법(Asymmetric wedge socket)과 대칭 웨지 소켓법(Symmetric wedge socket)이 있다.

- (1) 작업이 간편하고 현장에서 쉽게 적용할 수 있는 가공방법이다.
- (2) 장력을 받는 로프의 방향이 직선이 되도록 유의한다.
- (3) 로프지름에 비해 웨지가 작을 경우 로프형태가 파괴되고 효율이 저하한다.

#### 8.3.5.1 비대칭 웨지 소켓법(Asymmetric wedge socket)

- (1) 와이어로프의 축과 핀의 장축은 직교하여야 한다.
- (2) <그림 15>에서 웨지각( $\alpha$ )과 소켓각( $\beta$ ) 차이는  $2^\circ$  이하여야 한다.
- (3) 와이어로프와 접촉되는 소켓의 표면부와 웨지 표면부는 수평이어야 한다.
- (4) <그림 15>에서 와이어로프와 접촉하고 있는 웨지와 소켓 몸체사이의 클램핑 최소길이(P)는 공칭 직경의 4.3 배와 같아야 한다.



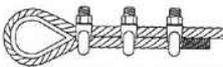
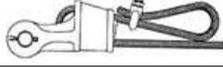
1. 소켓 몸체, 2. 웨지, α. 웨지각, β. 소켓각, P. 클램핑 최소길이

<그림 15> 비대칭 웨지소켓

### 8.3.6 와이어로프 연결고정방법에 따른 이음효율

와이어로프 연결고정방법에 따른 이음효율은 다음 <표 3>에 따른다.

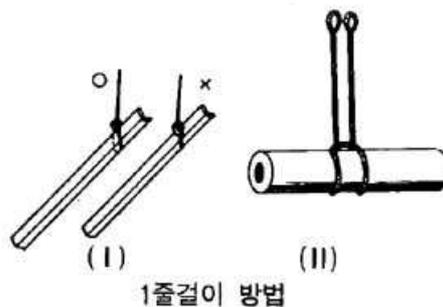
<표 3> 와이어로프 단말고정 이음효율(  $\eta_R$  )

| 종류                           | 형태  | 효율   |
|------------------------------|---|--|
| 아이 스플라이스<br>(Eye splice) 가공법 |    | 6mm: 90%<br>9mm: 88%<br>12mm: 86%<br>18mm: 82% |
| 소켓<br>(Socket) 가공법           |    | 100%   |
| 록(Lock) 가공법                  |    | 24mm: 95%<br>26mm: 92.5%                       |
| 클립(clip) 체결법                 |   | 75 ~ 80%                                       |
| 웨지(Wedge)<br>가공법             |  | 75 ~ 90%                                       |

## 9. 줄걸이 방법선정

### 9.1 줄걸이 선정

#### (1) 1줄걸이



<그림 16> 1줄걸이

(가) 화물이 회전할 위험이 있음

(나) 회전에 의해 로프 꼬임이 풀려 약하게 됨(원칙적으로 적용 금지)

(다) 1 줄걸이 시 가능한 아이(Eye)에 슬링을 통과시키지 말고, 2줄을 꺾어서 걸면 화물이 안정됨

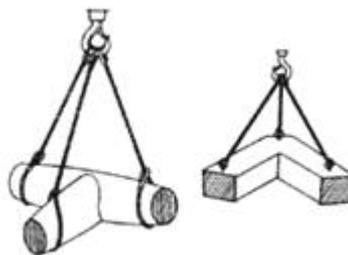
(2) 2 줄걸이



<그림 17> 2 줄걸이

(가) 긴 환봉등의 줄걸이 작업시 활용

(3) 3 줄걸이

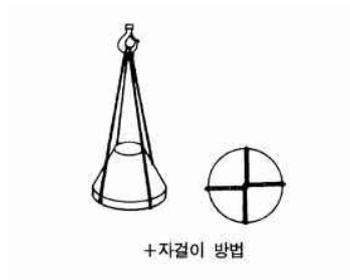


<그림 18> 3 줄걸이

(가) U자나 T자형의 형상일 때 적합

(나) 3 점의 중심위치가 무게중심을 중앙으로 환원주상에 등간격이 되어야 함

(4) 십자 결이



<그림 19> 십자(+) 결이

(가) 사다리꼴의 형상 등에 적합

(나) 2분의 로프를 십자형으로 거는데 로프의 간격이 똑같도록 함

(다) 무게중심이 치우친 화물의 줄결이

- ① 화물의 수평유지를 위하여 주 로프와 보조 로프의 길이를 다르게 해야 함
- ② 무게중심 바로 위에 훅이 위치하도록 유도
- ③ 좌우 로프의 장력차가 크지 않도록 주의

9.2 줄결이 작업시 주의사항

(1) 인양할 화물의 중심위치를 정확히 잡아줄 것

(가) 화물의 중량에 따라 슬링의 직경을 정함

(나) 슬링의 사용 줄 수를 정함

(다) 줄걸이 방법을 정함

- (2) 줄걸이용 와이어로프에 걸리는 힘이 대칭인가 비대칭인가를 결정할 것
- (3) 줄걸이용 와이어로프에 걸리는 각도에 따른 장력의 변화에 유의할 것
- (4) 줄걸이 작업에 사용하는 후킹(Hooking)용 바(Bar)의 지름은 와이어로프직경의 6 배 이상을 적용할 것
- (5) 줄걸이 작업을 하는 작업자는 자체적으로 줄걸이 작업요령 등 운반작업 안전교육을 받은 자가 작업할 것
- (6) 중량물을 인양, 운반하고자 하는 중량물의 중량을 목측 및 계산하여 정확한 중량을 확인하고 실시해야 함
- (7) 줄걸이 작업에 필요한 줄걸이 보조용구는 충분히 준비되어 있을 것

### 9.3 화물의 하역 후 줄걸이 용구의 분리

- (1) 훅크측을 분리할 경우 가능한 한 낮은 위치에 훅을 유도하여 분리
- (2) 직경이 큰 와이어로프는 비틀림에 의해 작용 흔들림이 발생하므로 흔들리는 방향에 주의
- (3) 크레인 등으로 와이어로프를 잡아 당겨 분리시키지 말 것
- (4) 손으로 분리하는 것이 곤란한 대형 로프 등은 크레인 등으로 분리 시 잡아당기는 인장력으로 로프가 회전하거나 하물을 전도시키는 경우가 있으므로 주의가 필요함

## 9.4 줄걸이용 와이어로프의 품질보증

## 9.4.1 보증시험(Proof test)

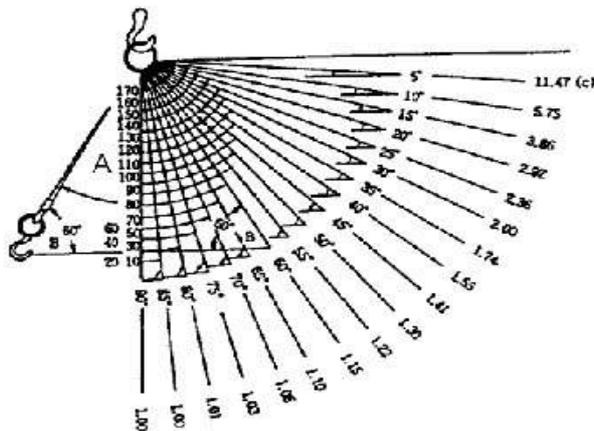
- (1) 와이어로프 연결 고정 후 반드시 인장시험 등을 실시하여 와이어로프 및 피팅(Fitting)류의 상태를 확인하여야 한다.
- (2) 제조자는 보증시험 후 시험결과를 문서화하여 보관하고 사용자의 요구 시 시험 성적서를 교부하여야 한다.

## 9.4.2 제조자 표시

- (1) 줄걸이용 와이어로프 제조자는 꼬리표를 만들어 부착한다.
- (2) 제조자는 꼬리표에 제조자명, 안전작업하중, 제조일자, 제조번호 등을 표시하여야 한다.

## 9.5 줄걸이용 와이어로프각도에 따른 하중변화

줄걸이 각도에 따른 하중계수는 <그림 20>에 따른다.



A : 줄걸이 와이어로프간의 각도

B : 수평각

C : 줄걸이 와이어로프에 걸리는 하중계수

<그림 20> 2줄 이하의 하중계수

- (1) 2 줄 이하의 줄걸이 각도에 따른 하중계수는 <그림 20>에 따른다.
- (2) 3 줄 이상의 줄걸이에서 45° 이하의 범위와 46° 에서 60° 사이의 범위의 하중계수는 <표 4>에 따른다. 단, 줄걸이 작업에서는 각도가 60° 이내로 사용토록 권장한다.

&lt;표 4&gt; 3 줄 이상의 하중계수

| 줄걸이 와이어로프의 각도 | 0 - 45 도 | 46 - 60 도 |
|---------------|----------|-----------|
| 하중 계수         | 1.43     | 2         |

## 10. 작업자가 같이 이동하는 경우의 중량물 운반작업 방법

- (1) 가능한 운반 화물로 부터 안전거리를 유지하고, 운반 방향의 반대쪽 45°지점에 위치하여 운반방향의 작업자 접근유무 등 이상유무를 확인하며 이동한다.
- (2) 와이어로프 또는 치구에 매달린 화물에 직접 손을 대지 않고 작업할 수 있는 안전수공구를 제작·사용한다.
- (3) 안전수공구 제작·사용은 KOSHA GUIDE M - 84 - 2011 "크레인 작업시 수공구 사용에 관한 기술지침"에 따른다.

## <부록> 줄걸이용 와이어로프의 적용 예시

### 1. 일반적인 경우

줄걸이용 와이어로프가 “아이 스플라이스(Eye splice)”가공법으로 연결고정하여 줄걸이용 와이어로프간의 수평 각 60°로 2 톤을 양중 하고자 할 때 안전계수는?

이때, 줄걸이용 와이어로프는 6(스트랜드수) × 19(소선수)로 도금된 A종 12.5 mm(와이어로프 지름)로 파단하중이 7.84 톤 임.

하중계수 : <그림 17>로부터 1.15

연결고정이음효율 : <표 2>로부터 70 %

안전계수 = (와이어로프의 파단하중 × 줄수 × 연결고정이음효율) / (사용하중 × 하중계수)

$$= (7.84 \times 2 \times 0.7) / (2 \times 1.15)$$

$$= 4.77$$

### 2. 제조사에서 제조표시가 있는 경우

줄걸이용 와이어로프의 제조사에서 안전작업하중을 표시한 경우는 줄걸이용 각도에 따른 하중계수만 고려한다.

안전작업하중 3 톤용 줄걸이용 와이어로프를 2 줄로 줄걸이용 각도 60°로 하여 사용할 때 최대사용하중은?

최대사용하중 = (안전작업하중 × 줄수) / 하중계수

$$= (3 \times 2) / 1.15$$

$$= 5.22 \text{ (톤)}$$