

KOSHA GUIDE

M - 90 - 2011

크레인 및 권상장치의 와이어로프 선정에 관한 기술지침

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 조동욱
- 개정자 : 산업안전보건연구원 안전시스템연구실
- 제 · 개정 경과
 - 2003년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2003년 12월 총괄기준제정위원회 심의
 - 2011년 12월 기계안전분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
- 관련규격 및 자료
 - ISO 4308-1 : Cranes and lifting appliances - Selection of wire ropes
 - Part 1 : General
 - ISO 2408 : Steel wire ropes for general purposes
 - KS B ISO 4301-1 : 크레인 및 권상장치 - 분류 및 등급
 - 제1부 : 일반
 - KS B ISO 4306-1 : 크레인 - 용어 - 제1부 : 일반
 - KS B ISO 4309 : 크레인 - 와이어로프 검사와 폐기에 대한 관례
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제1장 제9절 제7관 양중기의 와이어로프 등
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2011년 12 월 29 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

크레인 및 권상장치의 와이어로프 선정에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제1장 제9절 제7관 양중기의 와이어로프 등의 규정에 의하여 크레인 및 권상장치의 와이어로프를 선정하는데 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 크레인 및 권상장치의 와이어로프 선정시 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “스트랜드”라 함은 복수의 소선 등을 꼰 로프의 구성요소를 말한다.

(나) “회전저항로프(Rotation-resistant rope)”라 함은 하중 작용시 토크와 회전을 줄일 수 있도록 설계된 로프를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 관련고시에서 정하는 바에 의한다..

4. 로프의 종류

와이어로프의 종류는 KS D 3514 “와이어로프”를 따른다.

5. 로프의 선정절차

5.1 로프 선정계수(C)의 산출

$$C = \sqrt{\frac{Z_p}{K' \cdot R_0}} \quad \text{----- (1)}$$

여기서

C : 로프 선정계수(최소값, mm/ \sqrt{N})

K' : 로프 구조에 따른 최소 파단하중의 실험계수(<표 1>참조 혹은 로프 공급자가 공급한 값)

R_0 : 와이어로프의 최소인장강도(N/mm²)

Z_p : 최소 실질사용계수(<표 2>참조)

<표 1> 최소 파단하중의 실험계수(K' 값)

그룹	구성기호	섬유코아(심) 로프	스틸코아(강철심) 로프
1	6 × 7	0.332	0.359
2	6 × 19 내지	0.330	0.356
3	6 × 37		
4	8 × 19 내지	0.293	0.346
5	8 × 37		
6	17 × 7	0.328	
7	34 × 7	0.318	
8	6 × 24	0.280	—

(주) 인용 "ISO 2408 Steel wire ropes for general purposes Table3"

<표 2> 최소 실질사용계수(Z_p 값)

기계장치의 분류 ^(주)	Z_p 값
M1	3.15
M2	3.35
M3	3.55
M4	4.0
M5	4.5
M6	5.6
M7	7.1
M8	9.0

(주)인용"KS B ISO 4301-1 크레인 및 권상장치-분류 및 등급-제1부:일반"

참고로 $R_O = 1,770 \text{ N/mm}^2$ 과 $K' = 0.356$ 의 로프(6×36WS-IWRC)에 대하여 계산된 C 값 (로프 선정계수)은 <표 3>과 같다.

<표 3> Z_p 값과 C 값($R_O = 1,770 \text{ N/mm}^2$ 와 $K' = 0.356$ 에 대한)

기계장치의 분류	Z_p 값	C 값
M1	3.15	0.071
M2	3.35	0.073
M3	3.55	0.075
M4	4.0	0.080
M5	4.5	0.085
M6	5.6	0.094
M7	7.1	0.106
M8	9.0	0.120

5.2 최소로프지름 계산

$$d_{\min} = C\sqrt{S} \quad \text{-----} \quad (2)$$

여기서

d_{\min} : 최소로프지름(mm)

C : 로프 선정계수(mm/ \sqrt{N})

S : 다음을 고려한 로프의 최대장력(단위:N)

- 장치의 정격하중
- 도르래 몸체 및/또는 다른 권상 보조기구의 질량
- 도르래의 홈의 형상
- 로프 도르래의 효율
- 드럼축에 대한 로프의 기울기가 22.5°를 초과한 경우, 홈의 최상단에서 로프의 기울기로 생긴 로프에서의 힘의 증가

5.3 사용 로프

로프지름(d)은 d_{\min} 와 $1.25 \times d_{\min}$ 의 범위 내 이어야 한다.

5.4 최소파단하중의 계산

$$F_{\min} = S \cdot Z_P \quad \text{-----} \quad (3)$$

여기서

S : 로프 최대장력(N)

Z_P : 최소 실질사용계수

(주)와이어로프 선정 예는 <부록 2>참조

6. 로프드럼 및 도르래의 지름

$$D_1 \geq h_1 \cdot a \cdot d_{\min} \quad \text{-----} \quad (4)$$

혹은

$$D_2 \geq h_2 \cdot a \cdot d_{\min} \quad \text{-----} \quad (5)$$

여기서

D_1 : 드럼의 최소피치원지름(mm)

D_2 : 도르래의 최소피치원지름(mm)

d_{\min} : 5.2절에 따라 계산된 로프의 최소지름(mm)

h_1 : 드럼 선정계수

h_2 : 도르래 선정계수

a : 로프형태계수(<표 5>참조)

<표 4> 드럼 및 도르래의 선정계수 h_1 과 h_2

기계장치의 분류	드럼 h_1	도르래 h_2
M1	11.2	12.5
M2	12.5	14.0
M3	14.0	16.0
M4	16.0	18.0
M5	18.0	20.0
M6	20.0	22.4
M7	22.4	25.0
M8	25.0	28.0

호이스트에 대한 보상도르래의 최소피치원지름은 <부록 3>에 따라 계산한다.

<표 5> 로프의 종류에 대한 로프형태계수

로프의 외부 스트랜드 수	로프형태계수 a
3~5	1.25
6~10	1.00
8~10 플라스틱심	0.95
10이상 회전저항로프	1.00

7. 고정로프

고정로프의 선정은 <표 6>와 같이 변경된 Z_P 값에 의해 정해지며, 로프 최대장력 (S)은 정적인 부하를 고려한 제작자가 제시한 값을 사용한다.

<표 6> 고정로프 Z_P 값

기계장치의 분류	Z_P 값
M1	2.5
M2	2.5
M3	3.0
M4	3.5
M5	4.0
M6	4.5
M7	5.0
M8	5.0

8. 위험조건에서의 사용제한

용융금속(Molten metal) 취급시에는 다음과 같은 사용제한이 있다.

- (1) M5보다 낮은 분류그룹은 사용할 수 없다.
- (2) 로프 선정시, Z_P 값은 최대 9.0까지 25 %씩 증가되어야 하고, 혹은 대안으로 다음의 더 높은 분류그룹의 C 값을 채택한다.

9. 정비 및 검사

와이어로프 정비 및 검사에 대한 지침은 KS B ISO 4309 "크레인 - 와이어로프 검사와 폐기에 대한 관례"에 규정되어 있으며, 여기에서 설정한 요구조건을 적용한다.

(1) 와이어로프의 정비

- (가) 와이어로프의 정비는 권상장치와 사용, 환경, 관련된 로프의 유형에 따라 적절하게 수행되어야 한다.
- (나) 크레인 또는 로프 제조자에 의해 제시된 바가 없으면, 와이어로프는 청결해야 하고, 가능하다면, 도르레 위를 지나 휘어지는 길이 부분에는 그리스(Grease) 혹은 오일 같은 서비스 드레싱으로 발라야 하고, 서비스 드레싱은 와이어로프 제조자에 의해 사용된 원래의 윤활유에 상응하는 것이어야 한다.

특히 크레인이 부식이 되는 환경에서 사용시 와이어로프의 정비가 부족하면 로프의 작업수명이 짧게되고, 어떤 경우에는 서비스 드레싱을 사용할 수 없는 곳에서의 운전으로 로프의 수명이 짧게된다.

(2) 검사

(가) 주기

① 일일 점검

가능한 한 로프의 보이는 모든 부분은 일반적인 변형이 탐지되도록 매일 검사되어야 한다.

② 정기적 점검

정기적 점검의 주기를 결정하기 위한 고려사항은 다음과 같다.

㉠ 법적인 요건

㉞ 크레인의 유형과 사용 환경조건

㉟ 크레인의 등급

㊱ 이전의 검사 결과

㊲ 로프 사용기간

(나) 점검사항

비록 와이어로프의 전길이를 매일 점검했다 하더라도 다음과 같은 부분은 특별히 점검하여야 한다.

① 이동 및 고정 로프 끝의 연결지점

② 블록 혹은 도르래를 지나는 로프부분

③ 보상도르래를 지나는 로프부분

④ 외부특징에 의해 마모되기 쉬운 로프부분

⑤ 부식 및 피로에 대한 내부검사

⑥ 열에 노출된 로프부분

점검결과는 검사보고서에 기록하여야 한다.

<부록 1>

이 지침과 관련된 권상장치

- (1) 천장주행크레인
- (2) 권상와이어로프
- (3) 포탈 혹은 세미포탈크레인
- (4) 포탈 혹은 세미포탈브리지크레인
- (5) 케이블 및 포탈케이블크레인(단, 권상과 트롤리 기구)
- (6) 이동식크레인
- (7) 타워크레인
- (8) 철로크레인
- (9) 크레인선
- (10) 갑판크레인
- (11) 데릭 및 가이데릭크레인
- (12) 단단하게 지지된 데릭크레인
- (13) 외팔크레인(기둥지브, 벽 혹은 워킹)

크레인은 훅, 그레빙(Grabbing), 자석, 레이들, 버킷(Bucket) 혹은 적재용으로 사용해도 되며, 수동구동기구, 전기구동기구 혹은 유압구동기구로 운전될 수도 있다.

<부록 2>

와이어로프 선정 예

1.1 예 1

권상장치는 M4기계장치의 분류에서 정의된 사용 조건하에서 운전하도록 되어있다. 최대로프응력은 79kN로 정해져 있다.

선정된 로프의 종류와 등급은 K' 값 0.356과 R_o 값 1,770N/mm²이다. <표 3>에서 C 값은 0.080 이다.

$$\begin{aligned} d_{\min} &= 0.080 \times (79,000)^{1/2} \\ &= 22.486 \text{ mm} \end{aligned}$$

실제로 선정된 로프의 최소지름은 22.5mm 보다 작거나 28.1mm 보다 커서는 안된다.

5.4절의 (3)식을 이용하면,

$$\text{최소과단하중 } F_{\min} = 79\text{kN} \times 4.0 = 316 \text{ kN}$$

실제로 선정된 로프의 최소과단하중 값은 316 kN보다 적어서는 안된다.

1.2 예 2

필요한 변수는 예 1에서 보여준 것과 비슷하지만, 장비의 제작자가 설비의 중량을 줄이기 위해 더 작은 치수의 로프 사용을 원할 경우에는 K' 값 0.497과 R_o 값 1,960N/mm²을 가진 로프의 종류와 등급을 선정한다.

5.1절의 (1)식을 이용하여

$$\begin{aligned} C &= [4/(0.497 \times 1960)]^{1/2} \\ &= 0.0641 \end{aligned}$$

소수점 3자리 수로 올리면 0.065

$$\begin{aligned}d_{\min} &= 0.065 \times (79,000)^{1/2} \\ &= 18.270\end{aligned}$$

실제로 선정된 로프의 최소지름은 19mm보다 작거나 22mm보다 커서는 안된다.

예 1과 같이 5.4절의 (3)식을 이용하면,

$$\text{최소 파단하중 } F_{\min} = 79\text{kN} \times 4.0 = 316 \text{ kN}$$

<부록 3>

호이스트-보상도르래의 지름

로프 보상도르래의 최소피치원지름은 5.2절에서 정한 최소로프지름의 사용과 아래의 <부록 3.1>에 있는 h_3 의 각각의 값 및 <표 5>에서 보여주고 있는 로프형태계수 a 를 적용하여 공식(3.1)로써 계산할 수 있다.

$$D_3 \geq h_3 \times a \times d_{\min} \quad \text{-----} \quad (3.1)$$

여기서

D_3 : 보상도르래의 최소피치원지름(mm)

h_3 : 보상도르래를 위한 선정계수(<부록 3.1>참조)

a : 로프형태계수(<표 5> 참조)

d_{\min} : 5.2절에서 정한 최소로프지름(mm)

<부록 3.1> 선정계수 h_3

기계장치의 분류	보상도르래 선정계수 h_3
M1	11.2
M2	12.5
M3	12.5
M4	14.0
M5	14.0
M6	16.0
M7	16.0
M8	18.0