

2 安全率の計算

1 安全率

ロープを使用するときは、ロープにかかる張力を見積もって、その何倍かの破断力を有するロープを用いないと、短期間の使用やわずかな衝撃によっても強度が落ちて破断する場合があります、安心して作業することができません。

この倍率すなわち安全率には、静張力に対するものと加速度や屈曲張力まで加えた総張力に対するものがあります。

表5-2 に法規によるロープの用途別安全率を示します。

表5-2 法規によるロープの用途別安全率

規則	用途			ロープの安全率		備考
				静張力	総張力	
各 鉱 山 保 安 規 則	起 重 機			6 以上	—	炭
				5 以上	—	金, 油
	立坑 斜坑	巻上装置	荷	6 以上	3 以上	炭, 金, 油
			人	10 以上	5 以上	炭, 金
	スカフォード			6 以上	3 以上	炭, 金
	斜坑エンドレス巻車道			3 以上	2 以上	炭, 金
	ドロワークス			3 以上※	—	油
	索道			—	4 以上	炭, 金
つり足場			10 以上	—	炭, 金, 油	
労 働 安 全 衛 生 規 則	つり足場			10 以上	—	
	くい打ち機・くい抜き機			6 以上	—	
	港湾荷役玉掛索			6 以上	—	
	集材機 運材索道	主索		2.7 以上	—	
		巻上索		6 以上	—	
		曳索		4 以上	—	
	軌道装置		巻上索	6 以上	—	
ゴ ン ド ラ	つり下げ用 アームの起伏用・伸縮用			10 以上	—	
	上記以外のロープ			6 以上	—	

- (注) 1. 炭：石炭鉱山，金：金属鉱山等，油：石油鉱山
 2. 安全率の算定には、 $E = 9.81 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ を用いる。
 3. ※ファーストラインに対する安全率

(表5-2 つづき)

規則	用 途		ロープの安全率		備 考	
			静張力	総張力		
安全規則 クレーン等	玉 掛 索		6 以上	—		
クレーン 構造規格	巻上索 ジブ起伏用 横行用 ケーブルクレーン (走行用)	A	3.55 以上	—	最上段の巻上索は、 第49条の巻上索を除 いたもの。	
		B	4.0 以上	—		
		C	4.5 以上	—		
		D E F	5.0 以上	—		
	ジブ支持用 緊張用 ガイロープ	A	3.0 以上	—		
		B	3.5 以上	—		
	C D E F	4.0 以上	—			
ケーブルクレーン (メインレール)	A B C D E F	2.7 以上	—			
第 49 条 の 巻上索	A B C D E F	9.0 以上	—			
移動式 クレーン構造規格	巻上用、ジブの起伏用		4.5 以上	—		
	ジブの伸縮用		3.55 以上	—		
	ジブの支持用		3.75 以上	—		
索道に関する 技術基準	ロープウェイト リフト	支 索	3.5を超え5未満	3 を超え	素線の平均引張強さ に対する安全率	
		え い 索	5 を超え	4 を超え		
		え い 索 平 衡 索 緊 張 索				
	貨物 索道	複 線 式	支 索	3.5を超え6未満	3 を超え	安全率の算定には、 $E = 1.96 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ を用いる。
			え い 索	5 を超え	3.3を超え	
			緊 張 索	5 を超え	3 を超え	
単 線 式		え い 索	5 を超え	3 を超え		
		緊 張 索	5 を超え	3 を超え		
国土交通省 告示	ケ ー ブ ル カ ー		6 を超え	4 を超え	総張力は素線の平均 引張強さに対する安 全率	

(注) クレーン構造規格，移動式クレーン構造規格のA，B，C，D，E，Fは58ページに示すつり上げ装置の等級を表す。

② 索道用ロープの安全率算定方法

運輸省令第16号（昭62.3.2）「索道施設に関する技術上の基準」（旧索道規則）では、架空索道用ロープの安全率算定方法について、次のように規定しています。

(a) 張力に対する安全率 F_1

$$F_1 = \frac{\sigma}{\sigma_t}$$

ここで、 σ ：素線の平均引張強さ [(d)参照] N/mm²

σ_t ：最大引張応力 [(e)参照] N/mm²

(b) 静止している支索の安全率 F_2

$$F_2 = \frac{\sigma}{\sigma_t + \sigma_{b1}}$$

ここで、 σ_{b1} ：垂直荷重（輪荷重）による最大

曲げ応力 [(f), 図5-2 参照] N/mm²

(c) 動索の安全率

$$F_3 = \frac{\sigma}{\sigma_t + \sigma_{b2}}$$

ここで、 σ_{b2} ：滑車による最大曲げ応力 [(g)参照] N/mm²

(d) 素線の平均引張強さ σ

ロックドコイル以外のロープ：

公称引張強さ又は指定引張強さ N/mm²

ロックドコイルロープ：

ロープの集合破断力／ロープの総断面積 N/mm²

(e) 最大引張応力 σ_t

$$\sigma_t = \frac{T}{A} \quad \text{N/mm}^2$$

ここで、 T ：ロープにかかる最大引張張力 N

A ：ロープの断面積 mm²

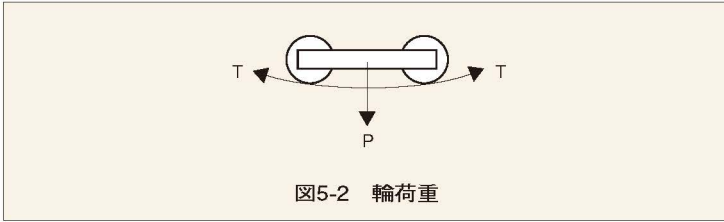
(f) 輪荷重による最大曲げ応力 σ_{b1}

$$\sigma_{b1} = \frac{P}{n} \sqrt{\frac{E}{TA}} \quad \text{N/mm}^2$$

ここで、 P ：搬器の総張力 N

n ：搬器の車輪数

E ：弾性係数 = 1.96×10^5 N/mm²



(g) 滑車による曲げ応力 σ_{b2}

$$\sigma_{b2} = E \frac{\delta}{D} \quad \text{N/mm}^2$$

ここで、 δ ：最外層素線径 mm

D：シーブ径 mm

支索の安全率は、 F_1 を(a)によって、また F_2 は(b)に(e), (f)を代入して求め、動索（支えい索，えい索，平衡索など）の安全率は、 F_1 を(a)によって、また F_2 は(c)に(e), (g)を代入して求めます。

なお、この省令では、安全率の値を次のように規定しています。

支索の場合 $5 > F_1 > 3.5$, $F_2 > 3$

動索の場合 $F_1 > 5$, $F_3 > 4$

3 吊橋主索の張力計算

1 安全率

吊橋の安全率は、設計者や架設の状態などによって決め方が多少異なりますが、少なくとも3以上にとることが必要です。

2 主索張力の計算（拋物線理論による）

図5-3に示す索張りにおける張力計算は、次のとおりです。

(a) 両支点 a, b におけるロープの張力 T

$$T = H \times \frac{\sqrt{\ell^2 + 16f^2}}{\ell} = \frac{W}{2} \times A \quad \text{N}$$

ここで、H：ロープ張力Tの水平分力 N

ℓ ：ロープの支点間の水平距離 m

f：ロープの中央垂下量（たわみ）m

W：支点間のロープの総張力 = $w \ell$ N

A：ロープの張力係数 = $\frac{\sqrt{\ell^2 + 16f^2}}{4f}$ [表5-3 参照]