

## 設計手順と選定例

適正なシブを選定するために、下記の設計手順に従って計算してください。

- 移動式クレーン、デリック、エレベータ、簡易リフトなどに使用するシブについては、各々異なる法規制などによる制限があり、本設計資料の適用外になることにご留意ください。

## 設計手順

- ロープ選定係数C値の計算
- 最小ロープ径の計算およびロープ公称径の選定
- 最小破断荷重からのロープ公称径の選定(別法)
- 最小ピッチ円直径の計算とシブ径の選定
- 適用ベアリング寿命の確認

## ロープ選定係数C値の計算

ロープの性能・特徴を理解し、用途に適したロープを選択し、公式一覧のNo.1からロープ選定係数を求めてください。

$$C = \sqrt{\frac{Z_p}{K' \cdot R_0}}$$

C : ロープ選定係数

K' : 最小破断荷重係数 [表2]

R<sub>0</sub> : 公称引張強さ (N/mm<sup>2</sup>) [表2]

Z<sub>p</sub> : 安全率 [表3]

## 最小ロープ径の計算およびロープ公称径の選定

公式一覧のNo.2から最小ロープ径を求めてください。なお、選定するロープ公称径は、d<sub>min</sub>からd<sub>min</sub>×1.25の範囲内にしてください。

$$d_{min} = C \sqrt{S}$$

d<sub>min</sub> : 最小ロープ径 (mm)

C : ロープ選定係数

S : 次の要因を考慮に入れたロープの最大張力 (N)

- 装置の定格荷重
- フックブロックまたはその他の付属品、もしくはその両方
- ローピングの機械的特性
- シブ効率
- フックの最高点でのロープの傾きによって生じるロープ張力増加(ドラム軸に対するロープの傾きが22.5度を超えた場合)
- 衝撃荷重

## 選定例

- 機械装置 : 一般工場用クレーン
- 負荷条件 : JIS B 8822-1の等級分類M5 (クレーン構造規格等級分類C) 最大ロープ張力 : 18kN 負荷状態 : L2-中、シブの軸受荷重22kN シブの回転数 : 20min<sup>-1</sup>

## ロープ選定係数C値の計算例

使用するロープとして、構成記号および種別は、6×Fi (29) B種のフィラー形29本線6よりを選択します。

[表2]より、最小破断荷重係数K'=0.335、素線の公称引張強さR<sub>0</sub>=1,770N/mm<sup>2</sup>

[表3]より、安全率Z<sub>p</sub>=4.5

したがって、

$$\text{ロープ選定係数 } C = \sqrt{\frac{4.5}{0.335 \times 1,770}} \approx 0.087$$

となります。

## 最小ロープ径の計算およびロープ公称径の選定例

最大ロープ張力Sは18kNであるから、

$$\text{ロープの計算最小径 } d_{min} = 0.087 \times \sqrt{18,000} \approx 11.7\text{mm}$$

また、d<sub>min</sub>×1.25=11.7×1.25

$$\approx 14.6\text{mm}$$

したがって、[表14]から、11.7mm - 14.6mmの範囲内にある公称径12.5mmのロープを選定します。

## 最小破断荷重からのロープ公称径の選定(別法)

公式一覧のNo.3から使用するロープの最小破断荷重を求めてください。

$$F_{min} = S \cdot Z_p$$

S : 最大ロープ張力 (N)

Z<sub>p</sub> : 安全率 [表3]

[表12] - [表15]から、破断荷重がF<sub>min</sub>以上のロープ公称径を選定してください。

## 最小ピッチ円直径の計算とシブ径の選定

シブの選定係数D/dを[表6]より選び、公式一覧のNo.4から最小ピッチ円直径を求めてください。

D/dが大きいかほどロープの寿命は長くなります。

$$D_p \geq (D/d) \times d_0$$

D<sub>p</sub> : 最小ピッチ円直径 (mm)

D/d : シブの選定係数

d<sub>0</sub> : ロープ公称径 (mm)

また、公式一覧のNo.5およびNo.6から、最小ピッチ円直径を求めることもできます。ただし、前項で求めたD<sub>p</sub>以上のピッチ円直径としてください。

$$D_{p2} \geq h_2 \times t \times d_{min}$$

$$D_{p3} \geq h_3 \times t \times d_{min}$$

D<sub>p2</sub> : シブの最小ピッチ円直径 (mm)

D<sub>p3</sub> : エコライザシブの最小ピッチ円直径 (mm)

h<sub>2</sub> : シブの選定係数 [表6]

h<sub>3</sub> : エコライザシブの選定係数 [表6]

t : ロープタイプ係数 [表5]

d<sub>min</sub> : ロープの計算最小径 (mm)

つぎに、シブの寸法表から、求めたロープ公称径および最小ピッチ円直径を満足するシブを選定してください。

## 適用ベアリングの寿命の確認

公式一覧のNo.7からベアリングの基本定格寿命を求めてください。[表9]に示す使用時間を満足することを確認してください。

$$L_h = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C_r}{P} \right)^3$$

L<sub>h</sub> : ベアリングの基本定格寿命 (hrs)

n : シブの回転数 (min<sup>-1</sup>)

C<sub>r</sub> : 基本定格荷重 (kN)

P : 等価軸受荷重 (kN)

使用時間を満足できない場合は、シブや適用ベアリングサイズを大きくしたり、機械装置の負荷条件を見直したりしてください。

## 最小破断荷重からのロープ公称径の選定例

最大ロープ張力Sは18kN、

また、[表3]より、安全率Z<sub>p</sub>=4.5

したがって、

$$\text{最小破断荷重 } F_{min} = 18 \times 4.5 = 81\text{kN}$$

したがって、[表14]から、破断荷重が81kN以上である公称径12.5mm(破断荷重92.5kN、最小破断荷重の1.14倍)のロープを選定します。

## 最小ピッチ円直径の計算とシブ径の選定例

ロープの区分は[表4]より1グループであり、等級分類はM5であるから、[表6]より、シブの選定係数D/d=20

したがって、

$$\text{最小ピッチ円直径 } D_p = 20 \times 12.5 = 250\text{mm}$$

となります。

寸法表から、ロープ公称径12.5mm、最小ピッチ円直径250mmを満足するロープシブとして、品番RS20-12.5-250-1-Bを選定します。

## 適用ベアリングの寿命の確認例

寸法表より品番RS20-12.5-250-1-Bの標準ベアリングは6211ZZを2個であり、[表8]より基本定格荷重は43.5kN。また、シブの軸受荷重は22kNであり、回転数は20min<sup>-1</sup>。したがって、

$$\text{基本定格寿命 } L_h = \frac{10^6}{60 \times 20} \left( \frac{2^{0.7} \times 43.5}{22} \right)^3$$

$$\approx 27,617 \text{ hrs}$$

[表9]より、負荷状態L2-中中等級分類M5の使用時間は6,300hrs未満なので、適用ベアリングの寿命は使用時間を満足します。

表1 素線の公称引張強さ (JIS G 3525:2006)

種別	公称引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	摘要
E種	1,320	裸及びめっき
G種	1,470	めっき
A種	1,620	裸及びめっき
B種	1,770	裸及びめっき

表2 主なワイヤロープの最小破断荷重係数 (JIS G 3525:2006解説)

構成記号	種別	公称引張強さ Ro (N/mm <sup>2</sup> )	最小破断荷重係数 K'
6×37	A	1,620	0.328
6×W (19)	B	1,770	0.328
6×Fi (29)	B	1,770	0.335
IWRC 6×Fi (29)	B	1,770	0.383

表3 ワイヤロープの安全率 Z<sub>p</sub> (JIS B 8835-1:2006)

使用する機種及び部位	JIS B 8822-1 等級分類	クレーン構造規格の等級分類	安全率 Z <sub>p</sub>
クレーンの巻上げ用ロープ (運転室及び運転台の巻上げ用を除く。)	M1	A	3.55
クレーンのジブの起伏用ロープ及び横行用ロープ	M2	A	3.55
ケーブルクレーンの走行用ロープ	M3	A	3.55
	M4	B	4.0
	M5	C	4.5
	M6	D	5.0
	M7	E	5.0
	M8	F	5.0
ケーブルクレーンのメインロープ及びレールロープ	M1 - M8	A - F	2.7
クレーンの運転室及び運転台の巻上げ用ロープ	M1 - M8	A - F	9.0
デリックの巻上げ用ロープ (運転室及び運転台の巻上げ用を除く。)	-	-	6.0
デリックの旋回用ロープ、ブームの支持用ロープ及びガイロープ	-	-	4.0

表4 ロープの区分 (JIS B 8835-1:2006)

グループ区分	定義
1グループ	ステンレス製以外のロープで、次のもの a) 6ストランド又は8ストランドの平行よりロープ b) 6×37
2グループ	ステンレス製以外のロープで、次のもの a) 3ストランドロープ及び4ストランドロープ b) 多層ストランドロープ c) 6×37を除く6ストランド又は8ストランドの交差よりロープ ステンレス製のロープで、次のもの a) 6ストランド又は8ストランドの平行よりロープ b) 6×37
3グループ	1グループ及び2グループ以外のロープ

表5 各種ロープに対するロープタイプ係数 t (JIS B 8835-1:2006)

ロープの外層ストランド数	ロープタイプ係数 t
3 - 5	1.25
6 - 10	1.00
8 - 10 プラスティック充てんロープ	0.95
10以上 非自転性ロープ	1.00

表6 シーブの選定係数 D/d、h<sub>2</sub>、h<sub>3</sub> (JIS B 8835-1:2006)

ロープのグループ	JIS B 8822-1 等級分類	クレーン構造規格		JIS B 8835-1		
		等級分類	選定係数 シーブ D/d	選定係数 エコライザシーブ D/d	選定係数 シーブ h <sub>2</sub>	選定係数 エコライザシーブ h <sub>3</sub>
1	M1	A	16	10	12.5	11.2
2			20			
3			25			
1	M2	A	16	10	14	12.5
2			20			
3			25			
1	M3	A	16	10	16	12.5
2			20			
3			25			
1	M4	B	18	10	18	14
2			22.4			
3			28			
1	M5	C	20	10	20	14
2			25			
3			31.5			
1	M6	D	25	10	22.4	16
2			31.5			
3			40			
1	M7	E	31.5	12.5	25	16
2			40			
3			50			
1	M8	F	40	14	28	18
2			50			
3			63			

表7 その他法規制の D/d

ロープのグループ	つりあげ装置等の用途	選定係数	
		シーブ D/d	エコライザシーブ D/d
1	巻上げ用及びジブの起伏用	16	-
2		20	
3		25	
1	ジブの伸縮用	16	-
2		20	
3		25	
1	すべての用途	-	10
2		-	12.5
3		-	16

表8 軸受の基本定格荷重

呼び番号	基本定格荷重 (kN)
6206ZZ	19.5
6207ZZ	25.7
6208ZZ	29.1
6209ZZ	31.5
6210ZZ	35
6211ZZ	43.5
6212ZZ	52.5
6213ZZ	57.5
6214ZZ	62
6306ZZ	26.7
6313ZZ	92.5
6314ZZ	104
6316ZZ	123
6317ZZ	133
6318ZZ	143

法規・規則等	選定係数	
	シーブ D/d	エコライザシーブ D/d
デリック構造規格	20	10
エレベーター構造規格	40	-
簡易リフト構造規格	20	-
建設用リフト構造規格	-	10
ゴンドラ構造規格	20	-

表9 機械装置の等級分類 (JIS B 8822-1: 2001、クレーン構造規格 別表第3)

JIS B 8822-1 クレーン 構造規格	使用時間 (h)	使用時間 (h)									
		200 未満	400 未満	800 未満	1,600 未満	3,200 未満	6,300 未満	12,500 未満	25,000 未満	50,000 未満	100,000 未満
負荷状態	定格荷重に 対する割合										
L1-軽	50%未満	-	-	M1 A	M2 A	M3 A	M4 B	M5 C	M6 D	M7 E	M8 -
L2-中	50%以上 63%未満	-	M1 -	M2 A	M3 A	M4 B	M5 C	M6 D	M7 E	M8 F	-
L3-重	63%以上 80%未満	M1 -	M2 -	M3 A	M4 B	M5 C	M6 D	M7 E	M8 F	-	-
L4-超重	80%以上	M2 -	M3 -	M4 B	M5 C	M6 D	M7 E	M8 F	-	-	-

●上段：JIS B 8822-1 規定事項、下段：クレーン構造規格規定事項

表10 ラジアル軸受のはめあい(参考)

条件		ハウジング穴の 公差域クラス	軸の 公差域クラス	備考
一体形 ハウジング	外輪回転荷重	普通荷重 重荷重	N7	h6 *精密を要する場合には h5を用いる。 ・外輪はアキシャル方向に 移動できない。 ・内輪は軸上を容易に動く 必要がない。
		軽荷重 変動荷重	M7	

表11 主なワイヤロープの呼び、構成記号及び断面 (JIS G 3525: 2006)

呼び	37本線6より	ウォーリントン形 19本線6より	ファイラー形 29本線6より	ファイラー形 29本線6より ロープ心入り
構成記号	6×37	6×W(19)	6×Fi(29)	IWRC 6×Fi(29)
断面				

表12 6×37の破断荷重 (JIS G 3525: 2006)

公称径 (mm)	破断荷重 (kN)		(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	G種	A種	
6	17.8	19.1	0.129
8	31.6	34.0	0.230
9	40.0	43.0	0.291
10	49.4	53.1	0.359
12	71.1	76.5	0.517
14	96.7	104	0.704
16	126	136	0.920
18	160	172	1.16
20	197	212	1.44
22	239	257	1.74
24	284	306	2.07

表13 6×W(19)の破断荷重 (JIS G 3525: 2006)

公称径 (mm)	破断荷重 (kN)			(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	E種	A種	B種	
6	16.1	19.6	20.9	0.139
6.3	17.7	21.6	23.0	0.153
8	28.6	34.9	37.2	0.247
9	36.2	44.1	47.0	0.312
10	44.7	54.5	58.1	0.386
11.2	56.1	68.3	72.8	0.484
12	64.4	78.5	83.7	0.556
12.5	69.9	85.1	90.7	0.603
14	87.7	107	114	0.756
16	115	139	149	0.988
18	145	176	188	1.25
20	179	218	232	1.54
22.4	224	273	291	1.94
25	280	340	363	2.41

表14 6×Fi(29)の破断荷重 (JIS G 3525: 2006)

公称径 (mm)	破断荷重 (kN)	(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	B種	
8	37.9	0.253
9	48.0	0.321
10	59.2	0.396
11.2	74.3	0.496
12.5	92.5	0.618
14	116	0.776
16	152	1.01
18	192	1.28
20	237	1.58
22.4	297	1.99
25	370	2.47

表15 IWRC 6×Fi(29)の破断荷重 (JIS G 3525: 2006)

公称径 (mm)	破断荷重 (kN)	(参考) 概算単位質量 (kg/m)
	B種	
10	67.7	0.440
11.2	84.9	0.552
12.5	106	0.688
14	133	0.863
16	173	1.13
18	219	1.43
20	271	1.76
22.4	340	2.21
25	423	2.75

公式一覧

No.	項目	公式	記号の説明
1	ロープ選定係数 C	$C = \sqrt{\frac{Z_p}{K' \cdot R_0}}$	K' : 最小破断荷重係数 [表2] R <sub>0</sub> : 公称引張強さ (N/mm <sup>2</sup> ) [表2] Z <sub>p</sub> : 安全率 [表3]
2	最小ロープ径 d <sub>min</sub> (mm)	$d_{min} = C \cdot \sqrt{S}$	C : ロープ選定係数 S : 最大ロープ張力 (N)
3	ロープの 最小破断荷重 F <sub>min</sub> (N)	$F_{min} = S \cdot Z_p$	S : 最大ロープ張力 (N) Z <sub>p</sub> : 安全率 [表3]
4	シーブの 最小ピッチ円直径 D <sub>p</sub> (mm)	$D_p \geq (D/d) \cdot d_0$	D/d : シーブの選定係数 [表6] d <sub>0</sub> : ロープ公称径 (mm)
5	シーブの 最小ピッチ円直径 D <sub>p2</sub> (mm)	$D_{p2} \geq h_2 \cdot t \cdot d_{min}$	h <sub>2</sub> : シーブの選定係数 [表6] t : ロープタイプ係数 [表5] d <sub>min</sub> : ロープの計算最小径 (mm)
6	エコライザシーブの 最小ピッチ円直径 D <sub>p3</sub> (mm)	$D_{p3} \geq h_3 \cdot t \cdot d_{min}$	h <sub>3</sub> : シーブの選定係数 [表6] t : ロープタイプ係数 [表5] d <sub>min</sub> : 最小ロープ径 (mm)
7	ラジアル玉軸受の 基本定格寿命 L <sub>n</sub> (hrs)	●玉軸受1個の場合 $L_h = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{C_r}{P} \right)^3$ ●玉軸受2個の場合 $L_h = \frac{10^6}{60n} \left( \frac{2^{0.7} \cdot C_r}{P} \right)^3$	n : シーブの回転数 (min <sup>-1</sup> ) C <sub>r</sub> : 基本定格荷重 (N) P : 等価軸受荷重 (N)