

SCE 形クランプエレメント選定の要点

1. 使用最大トルク、使用最大スラスト力とクランプエレメントの許容伝達トルク、許容伝達スラスト力との比較 (SI 単位)

(カタログ記号M及びF)

選定手順

A) 一般的には、駆動側の出力 (P) とクランプエレメントの取り付軸の回転速度 (n) より、最大トルク・スラスト力を求めます。

$$T_{\max} = \frac{9,550 \times P}{n} \times K (\text{N} \cdot \text{m})$$

P: (kW)

n: (min^{-1})

K: 係数

(負荷の種類により考慮してください。)

B) クランプエレメントにトルクのみ作用する場合

$$M \geq T_{\max} \quad \left[\begin{array}{l} M : \text{クランプエレメントの伝達可能トルク (N} \cdot \text{m)} \\ T_{\max} : \text{使用最大トルク (N} \cdot \text{m)} \end{array} \right.$$

C) クランプエレメントにスラスト力のみ作用する場合

$$F \geq P_{\max} \quad \left[\begin{array}{l} F : \text{クランプエレメントの伝達可能スラスト力 (N)} \\ P_{\max} : \text{使用最大スラスト力 (N)} \end{array} \right.$$

D) クランプエレメントにトルクとスラスト力とが同時に作用する場合

$$M \geq M_E = \sqrt{(T_{\max})^2 + \left(P_{\max} \times \frac{d}{2}\right)^2}$$

$$\left[\begin{array}{l} M : \text{カタログ記のクランプエレメントの伝達可能トルク (N} \cdot \text{m)} \\ M_E : \text{合成等価トルク (N} \cdot \text{m)} \\ T_{\max} : \text{使用最大トルク (N} \cdot \text{m)} \\ P_{\max} : \text{使用最大スラスト力 (N)} \\ d : \text{シャフトの径 (m)} \end{array} \right.$$

E) 上記A)、B)、C)、D) を満足しない場合には:

- ①クランプエレメントの形式を変更する。
- ②使用数を増やす。
- ③SCE300 の場合、取付方向の変更 (カタログ記の用例 2)
- ④締付加圧力を増加する。

a) SCE200 の場合

カタログ値の 20% を限度として、M、F の値を up することが出来ます (当然 Ps、PB の値も比例して up しますのでシャフト及びボスの強度を再検討する必要があります)。

方法としてはクランプねじをカタログ記の Ms の値の 20% up を限度として締付ければよいのです。

SCE200 クランプエレメントに附属しているクランプねじは強度区分 12.9 ですが、カタログ記のその締付トルク Ms の値は 10.9 のものです。従って 12.9 の締付トルクで締付ますと 20% 迄は締付力の up が可能なわけです。従って M、F、Ps、PB の各値も比例して up することになります。

b) SCE300 の場合

カタログ記の E (N) の値を増加すること (即ちクランプねじのサイズ up、使用本数の up) により M、F、Ps、PB の値を up することが出来ます。(当然、シャフト及びボスの強度の再検討が必要です。)

$$E' = A (E - E_0) + E_0$$

$$\left[\begin{array}{l} A = \frac{M'}{M} = \frac{F'}{F} = \frac{Ps'}{Ps} = \frac{PB'}{PB} \\ M' = \text{新しく発生する許容伝達トルク (N} \cdot \text{m)} \\ F' = \text{新しく発生する許容スラスト力 (kgf)} \\ Ps' = \text{新しく発生する許容シャフト側面圧 (MPa)} \\ PB' = \text{新しく発生する許容ボス側面圧 (MPa)} \\ E' = M', F', Ps', PB' \text{ を得るに必要な加圧力 (N)} \end{array} \right.$$

(ご注意)

A ≤ 1.5 を守ってください。

これ以上ですと、SCE300 の材質上、クランプねじをゆるめても内輪と外輪の締結が解けないことがありますのでご注意ください。

尚 A ≤ 1 の場合にも上式は成り立ちます。

以上は SCE300 を 1 セット使用する場合のものですが、複数個をシリーズに使用することにより Ps'、PB' の値は変わらないで E' の加圧力で

2 個使用のときは $M_2 = M' \times 1.55$; $F_2 = F' \times 1.55$

3 個使用のときは $M_3 = M' \times 1.85$; $F_3 = F' \times 1.85$

4 個使用のときは $M_4 = M' \times 2.00$; $F_4 = F' \times 2.00$

となります。

2. 接触面圧力の確認

(シャフト及びボス材料の圧縮強度の検討、カタログ記号 P_S 及び P_B)

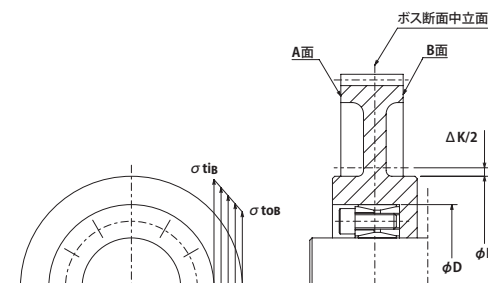
- A) シャフト材料の圧縮降伏点又は耐力 $\delta_{c0.2} > P_S$
- B) ボス材料の圧縮降伏点又は耐力 $\delta_{c0.2} > P_B$
- C) 上記A)、B) を満足しない場合は使用される材料を変更することが必要ですが、
 - a) SCE300 には前記の 1. - E) - b) の計算により、複数個使用することにより P_S 、 P_B の値を下げ、伝達トルク及び伝達スラスト力を下げないで使用出来ます。
 - b) 他の SCE200、201 シリーズ、SCE210、250 にも、使用中ゆるまない程度に締付け力を下げて P_S 、 P_B を下げるか、強度区分の下のボルトと取換え、複数個使用 (伝達トルク、伝達スラスト力は使用数に比例します) して P_S 、 P_B を下げ、伝達トルク、伝達スラスト力を下げないで使用出来ます。

各種材料に対する限界座面圧力 (JUNKER)

試験片の種類			機械的性質		限界座面圧力
名称	ドイツ規格	相当 JIS	引張り強さ MPa	圧縮降伏点 MPa	MPa
低炭素鋼	St37	S10C	353	279	300
中炭素鋼	St50	S30C	515	336	500
熱処理炭素鋼	C45	S45C (焼入れ焼ぎもどし)	736	488	900
鋳鉄	GG22		233	452	1000
アルミ合金	GKMgAl9		233	77	200
	GDMgAl9			112	200
	GKAlSi6Cu4			92	300

3. クランプエレメント取付けのために必要なボス外径の確認及びボス外径の変位量

(カタログ記号 ϕK)



A) ボス外径の計算 (ϕK mm)

$$K \geq D \times \sqrt{\frac{\delta_{0.2B} + C \times P_B}{\delta_{0.2B} - C \times P_B}} \quad \text{--- (a)式}$$

$$K \geq D \times \sqrt{\frac{\delta_{0.2B} + C \times P_B}{\delta_{0.2B} - C \times P_B}} + ds \quad \text{--- (b)式}$$

(b)式はボスにタップのある場合、SCE300 にて加圧フランジをボス側に取付ける場合

- D = クランプエレメントの外径 (ボス穴径) (mm)
- $\delta_{0.2B}$ = ボス材料の降伏点又は耐力 (MPa)
- P_B = クランプエレメントとボス間の面圧 (MPa)
- ds = ボスにタップのある場合、その呼び (mm)

B) ボス外径の変位量 (ΔK mm) の計算

$$\delta_{tib} \doteq \frac{C \times P_B \times (a^2 + 1)}{a^2 - 1}$$

$$\delta_{tob} \doteq \frac{C \times P_B \times 2}{a^2 - 1}$$

$$\Delta K \doteq \frac{K \times \delta_{tob}}{E_B}$$

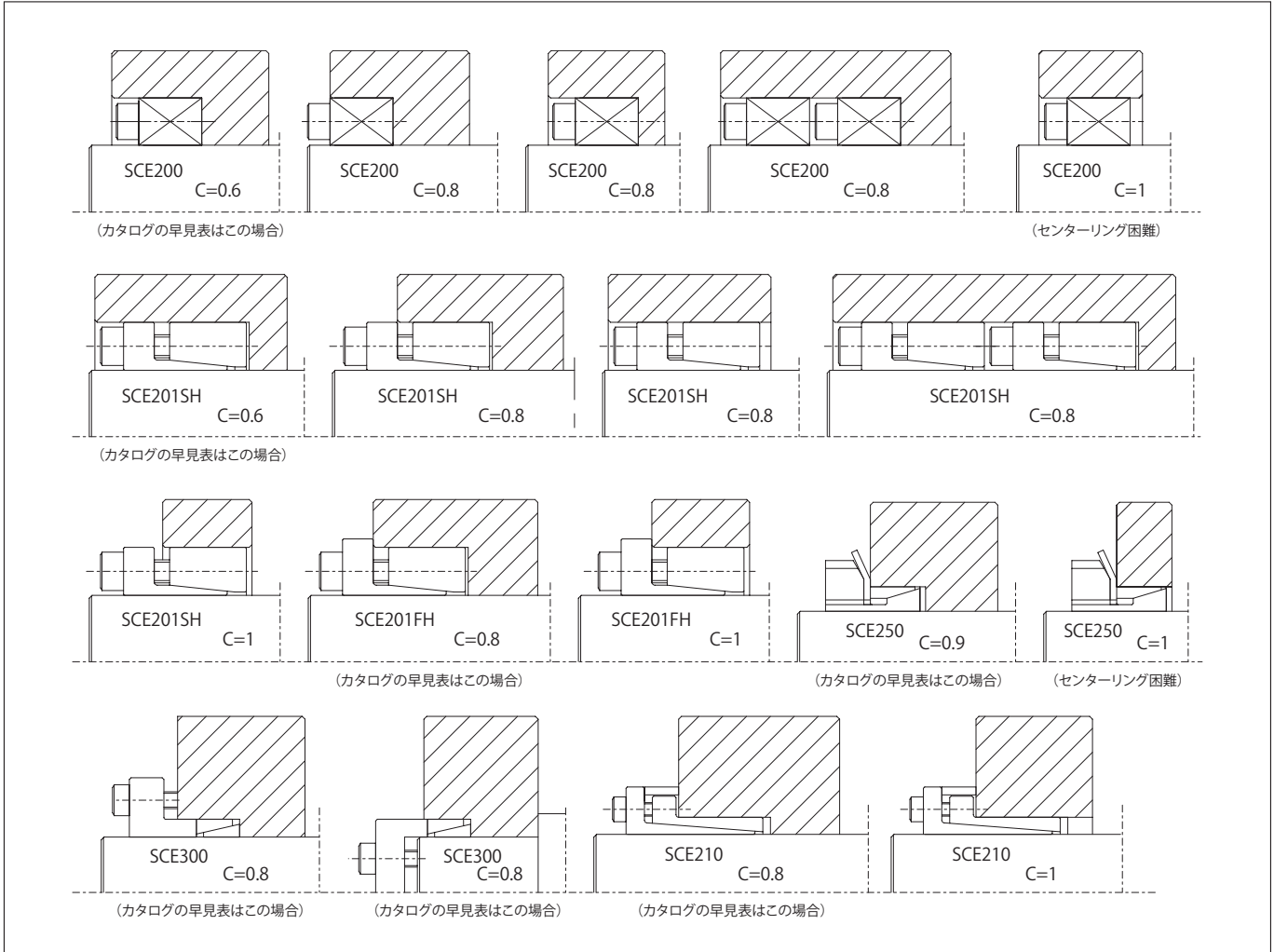
- δ_{tib} = ボス内側の接線応力 (MPa)
- δ_{tob} = ボス外側の接線応力 (MPa)
- a = $\frac{K}{D}$
- E_B = ボス材料の縦弾性係数 (MPa)
- (鋼 約206,000、FC 約98,100、アルミ合金 約68,700)

(注意) ボス外径 K が K_{min} 値より大きい場合でも、クランプエレメントの作用巾 (L_1) の中心とボス断面の中立面とはなれている場合には、 ΔK の値が左右で異なり図示の A 面とシャフトの中心線との直角度がくずれ、従って B 面がシャフトの中心線との平行度を保つことが出来なくなりますので、 ϕK を大きくするか出来るだけクランプエレメントの作用巾の中心とボス断面の中立面とを近付けて下さい。

SCE 形クランプエレメント選定の要点

● C の値の表

C = ボス形状及び使用状態係数 (下表の通り)



(注) カタログ記のボス径早見表の値はφKmin (必要最小値) ですので充分ご注意ください。

4. ボルトの強度区分による許容最大締付力

F_s (N) と初期最大締付トルク $\langle M_s$ (N・m)

ボルトの呼び (ds)	4.8		6.8		8.8		10.9		12.9	
	F_s	M_s	F_s	M_s	F_s	M_s	F_s	M_s	F_s	M_s
M 3	1,100	0.6	1,700	0.9	2,250	1.2	3,200	1.7	3,800	2.0
M 4	2,000	1.4	3,000	2.1	3,900	2.8	5,600	3.9	6,600	4.7
M 5	3,200	2.8	4,800	4.3	6,400	5.8	9,000	8.0	10,700	9.6
M 6	4,500	4.8	6,800	7.3	9,000	9.7	12,700	14	15,200	16.5
M 8	8,200	12	12,300	18	16,400	24	23,000	34	27,700	40
M10	13,000	24	19,500	35	26,000	47	37,000	66	43,800	79
M12	18,900	41	28,300	61	37,800	82	53,000	115	63,700	138
M14	25,800	65	38,600	98	51,500	130	72,400	182	86,900	219
M16	35,200	102	53,000	152	70,000	203	98,900	285	118,700	342
M18	43,000	140	64,500	209	86,000	279	121,000	392	145,000	470
M20	55,000	198	82,000	296	110,000	395	154,000	556	185,000	667
M22	68,000	270	102,000	403	136,000	538	191,000	756	229,000	907
M24	79,000	342	119,000	513	158,000	683	222,000	960	267,000	1,153
M27	103,000	500	154,000	750	205,000	1,000	289,000	1,405	347,000	1,686
M30	126,000	680	188,000	1,018	251,000	1,360	353,000	1,908	424,000	2,290

(注) 上記の F_s の値はボルトの $\sigma_{0.2}$ の 70% のものです。又、 M_s の値は締付トルク係数を 0.18 としています。
($M_s = 0.18 \times ds(m) \times F_s(N)$ 、即ちボルトの座面及びねじ面の摩擦係数 $\mu = 0.125$ の場合です。)

表に記載してある F_s の値は許容最大値ですから実使用に当っては、この値と、この値の 90% の範囲として下さい。

但し、めねじとの結合長さはボルトの呼びの 80% 以上とします。
尚、めねじ部の強度は F_s の値に対応していなければなりません。

実際に使用する締付力の値 : F_s' (kgf) = $F_s \sim 0.9F_s$

F_s' を得るための締付トルク : M_s' (N・m)

ボルトの呼び : ds (m)

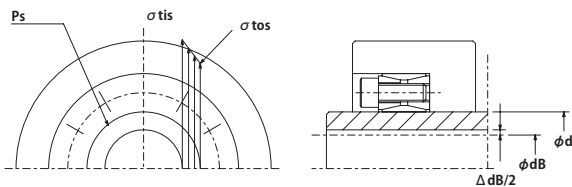
とすると、

ねじ面、ボルト座面の摩擦係数により大巾に異なりますが、マシン油塗布の状態です。次式の概略関係があります。

$$M_s' \approx 0.18 \times F_s' \times ds$$

5. クランプエレメントを中空シャフトに使用するために必要な中空シャフト内径の最大値、中空シャフト内径の変位量

(参考として中実シャフトの変位量)



A) 中空シャフト内径の最大値 (dBmm) の計算

$$d_B \leq d \times \sqrt{\frac{\delta_{0.2S} - 2 \times P_s \times C}{\delta_{0.2S}}} \quad \text{--- (a)式}$$

$$d_B \leq d \times \sqrt{\frac{\delta_{0.2S} - 2 \times P_s \times C}{\delta_{0.2S}}} - d_s \quad \text{--- (b)式}$$

(b)式は中空シャフトにタップのある場合、SCE300にて加圧フランジを中空シャフト側に取付ける場合

d = クランプエレメントの内径(中空シャフト外径) (mm)

$\delta_{0.2S}$ = シャフト材料の降伏点又は耐力 (MPa)

P_s = クランプエレメントと中空シャフト外径との間の面圧 (MPa)

d_s = 中空シャフトにタップのある場合、その呼び (mm)

C = 中空シャフトの形状係数

1) 中空シャフトの長さがクランプエレメントの作用巾(カタログ L_1) の2倍以上あるとき(殆んどの場合)。

$$C = 0.6$$

2) 中空シャフトの長さがクランプエレメントの作用巾(L_1)の1.5倍位の時、中空シャフトにタップのある場合、及び中空シャフトの端部にクランプエレメントを取付ける場合。

$$C = 0.8$$

3) 中空シャフトの長さがクランプエレメントの作用巾 (L_1) と同じ場合。

$$C = 1.0$$

B) 中空シャフト内径の変位量 (Δd_{Bmm}) の計算

$$\delta_{tis} \doteq 2 \times P_s \times C \times \frac{a^2}{a^2 - 1}$$

$$\delta_{tos} \doteq P_s \times C \times \frac{a^2 + 1}{a^2 - 1}$$

$$\Delta d_B = \frac{d_B \times \delta_{tis}}{E_s}$$

δ_{tis} = 中空シャフト内側の接線応力 (MPa)

δ_{tos} = 中空シャフト外側の接線応力 (MPa)

$$a = \frac{d}{d_B}$$

E_s = 中空シャフト材料の縦弾性係数 (MPa)

(鋼 約 206,000、FC 約 98,100)

C) (参考) 中実シャフトの外径の変位量 (Δd_{mm})

$$\Delta d \doteq \frac{P_s \times d \times (m - 1)}{E_s \times m}$$

m = ポアソン数

$$\left[\begin{array}{ll} \text{鋼の場合} & m \doteq 3.5 \\ \text{FCの場合} & m \doteq 3.5 \sim 5 \end{array} \right]$$

E_s = シャフト材料の縦弾性係数 (MPa)

$$\left[\begin{array}{ll} \text{鋼の場合} & E_s \doteq 206,000 \\ \text{FCの場合} & E_s \doteq 98,100 \end{array} \right]$$

●SCN クランプナットの締付トルクは次式で計算します。

$$M = F \left[\frac{d}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho) + \mu_A \cdot r_A \right] \times 10^3 (\text{N} \cdot \text{m})$$

M = SCN クランプナットの締付トルク (N・m)

F = 要求するプリロード (予圧)

d = ねじ径 (mm)

α = ねじのリード角

ρ = ねじの有効摩擦角

μ_A = 接触座面の摩擦係数

r_A = 接触座面の有効摩擦半径 (mm)

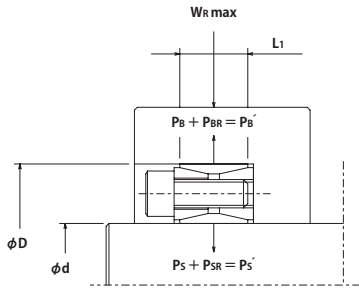
$$\left. \begin{array}{l} \alpha \\ \rho \end{array} \right\} (\alpha + \rho) = 7.5^\circ \sim 8.5^\circ$$

SCE 形クランプエレメント選定の要点

6. クランプエレメントに例えば車輪のように、比較的に大きなラジアル荷重がかかる場合。

次の計算により使用の可否を検討して下さい。

そして新たに発生すると想定される面圧をもとに(2)項により接触面圧力の確認と、(3)項、(4)項の式にてボス外径及び中空シャフトの場合は穴径の再確認を行って下さい。



$$Ps' = Ps + PSR = Ps + \frac{WR \max}{d \times L1}$$

$$Pb' = PB + PBR = PB + \frac{WR \max}{D \times L1}$$

- Ps = カタログ記の (応用使用の場合はその時の) シャフトとクランプエレメント間の面圧 (MPa)
- PB = カタログ記の (応用使用の場合はその時の) ボスとクランプエレメント間の面圧 (MPa)
- d = クランプエレメントの内径(シャフトの外径) (mm)
- D = クランプエレメントの外径 (ボス穴の径) (mm)
- L1 = クランプエレメントの作用巾 (mm)
- WRmax = クランプエレメントにかかる最大ラジアル荷重(N)
- PSR = WRmax にて生ずるシャフト側面圧 (MPa)
- PBR = WRmax にて生ずるボス側面圧 (MPa)
- Ps' = Ps + PSR = 合成シャフト側面圧 (MPa)
(シャフトの接触面、強度、中空シャフト内径の再確認に使用します。)
- Pb' = PB + PBR = 合成ボス側面圧 (MPa)
(ボスの接触面強度、ボス外径の再確認に使用します。)

上式より Ps' 及び Pb' を計算し、合成シャフト側面圧 Ps' は次の値以下として下さい。(Ps' > Pb' となるため Ps' のみ考えます。)

SCE200	シリーズ	400MPa
SCE201			
SCE210			
SCE300			
SCE250		250MPa

上記を超える場合にはクランプエレメントの使用数を増加して下さい。

7. クランプエレメントの使用環境

A) 温度

クランプエレメントの使用温度範囲は - 30℃ ~ 200℃ です。但し、シャフト、クランプエレメント、ボスが殆んど温度差のない状態で取付けられ、使用される場合です。

上記の状態を取付けられても取付時の温度と使用時の温度の差が大きいとか、使用中シャフトとボスの温度差が大きくなる場合、特にシャフト材質とボス材質の膨張係数が異なる場合には伝達可能、トルクM、スラスト力Fの値が下がりますので (その数値は形式、サイズにて異なります。) ご注意下さい。

B) 防錆

クランプエレメントは防錆対策はしてありませんので、高圧接触面については錆の発生はありませんが、外に面した部分については、一般的防錆対策が必要です。オイル中での使用も差支えありません。

8. SI 単位 (国際単位系) と従来単位 (重力単位系) の換算について

SI 単位は、絶対単位系であるため重力加速度 (9.80665m/s) が関係する力の単位が従来単位 (重力単位系) と異なります。

A)

項目	従来単位	SI 単位
重量・質量	重量	質量
	kgf	kg
フライホイール効果・慣性モーメント	フライホイール効果	慣性モーメント
	kgf・m ²	kg・m ²

B)

項目	従来単位	SI 単位
力のモーメント	kgf・m	N・m
力	kgf	N
圧力	kgf/mm ²	MPa
応力	kgf/mm ²	MPa

SI 単位値は、従来単位値に換算係数を係数 9.80665 をかけることで得られます。

(カタログでは、換算係数を便宜上 10 として表記しています。)