

【技术计算】 同步齿形带Iron Rubber®型的选型方法 1

Iron Rubber®为NOK株式会社の注册商标。

Iron Rubber®皮带(P.1095~P.1097)以皮带所承受的负载扭矩(N·m)或传动容量(kW)为基础进行选型。

■选型条件

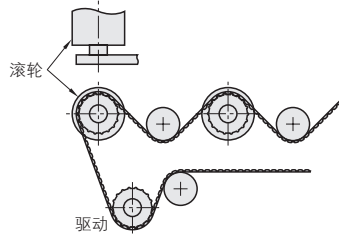
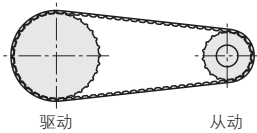
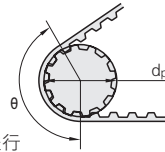
选型的必要条件

- 带轮节圆直径 : d_p (mm) · 带轮的包角 : θ (°)
- 带轮转速 : n (rpm) · 负载扭矩 : M_d (N·m) 或传动容量 : P (kW)

基本上通过驱动带轮选型。从动带轮如果向其它部件传递扭矩,对该带轮也应进行计算,并根据条件较为恶劣的一方进行选型。

例1)在动力传动的用途中,驱动带轮直径大于从动带轮直径时,从动带轮也需计算。

例2)从动带轮带动滚轮运转时,从动带轮也需计算。



■选型方法

[步骤1] 负载扭矩·传动容量的补偿

背面张紧惰轮的补偿

●传动容量作为设计条件已知时

$$P = P_0 \times (1 + 0.1 \times f)$$

P : 选型所用的传动容量(kW)
 P_0 : 作为设计条件的传动容量(kW)
 f : 背面张紧式惰轮的个数

●负载扭矩作为设计条件已知时

$$M_d = M_{d0} \times (1 + 0.1 \times f)$$

M_d : 选型所用负载扭矩(Nm)
 M_{d0} : 作为设计条件的负载扭矩(Nm)
 f : 背面张紧式惰轮的个数

[步骤2] 皮带型式选择

使用P.2693的简易选型表(表6·7)确定皮带型式。

●传动容量作为设计条件已知时

由传动容量和带轮转速定皮带型式。(参阅表6)

●负载扭矩作为设计条件已知时

由负载扭矩和小带轮齿数定皮带型式。(参阅表7)

[步骤3] 定带轮齿数z

定带轮齿数时,请注意带轮的最小齿数。(参阅表1)

表1: 最小带轮齿数

转速 (rpm)	MA3	MA5	MA8	AT5	AT10	T5	T10	MXL	XL	L	H
600以下	18	15	20	15	15	12	14	12	10	10	14
720以下			22							12	
900以下			24							16	
1200以下	20	20	26	16	20	14	18	14	12	14	18
1800以下			28							16	
3000以下			22							24	

[步骤4] 定皮带齿数Z_B

<带轮转速比不是1:1时>

根据皮带长度求皮带齿数。

根据轴间距(C)和大带轮直径(D_p)、小带轮直径(d_p)确定皮带周长(L_p)。

$$L_p = 2C + \frac{\pi(D_p + d_p)}{2} + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$

C : 轴间距
 D_p : 大带轮节圆直径(mm)
 d_p : 小带轮节圆直径(mm)
 L_p : 皮带周长(mm)

根据皮带周长计算皮带齿数(Z_B)。

$$Z_B = \frac{L_p}{t}$$

Z_B : 皮带齿数
 t : 皮带节距 (ex.T10→t=10)

<带轮转速比为1:1时>

$$Z_B = \frac{2C}{t} + Z$$

C : 轴间距
 t : 皮带节距
 Z : 带轮齿数

[步骤5] 计算啮合齿数Z_E

<带轮转速比不是1:1时>

$$Z_E = \frac{z_1}{180} \times \cos^{-1} \frac{t(z_2 - z_1)}{2\pi C}$$

Z_1 : 小带轮齿数
 Z_2 : 大带轮齿数

右面表2的最大有效啮合齿数为上限值。

<带轮转速比为1:1时>

$$Z_E = \frac{z}{2}$$

z : 带轮齿数

表2: 最大有效啮合齿数

皮带类型	最大有效啮合齿数
加长同步齿形带	6
自由端同步齿形带	12

[步骤6] 计算最小皮带宽度bc

根据P.2693的容许传动容量、容许传递扭矩计算最小皮带宽度。

●传动容量作为设计条件已知时

使用表8(P.2693)的容许传动容量(P_s)。

$$bc = \frac{P \times 10^4}{P_s \times Z_E \times z} \times f_w$$

bc : 皮带宽度(mm)
 P : 传动容量(kW)
 P_s : 容许传动容量
 Z_E : 啮合齿数
 z : 带轮齿数
 f_w : 宽度系数 (加长同步齿形带T10150: 1.5 其它: 1)

●负载扭矩作为设计条件已知时

使用表9(P.2693)的容许传递扭矩(M_{d_s})。

$$bc = \frac{M_d \times 10^3}{M_{d_s} \times Z_E \times z} \times f_w$$

M_d : 负载扭矩(N·m)
 M_{d_s} : 容许传递扭矩
 Z_E : 啮合齿数
 z : 带轮齿数
 f_w : 宽度系数 (加长同步齿形带T10150: 1.5 其它: 1)

分别确定为大于计算所得宽度bc的标准宽度。

[步骤7] 轴间距最小调整范围的确认

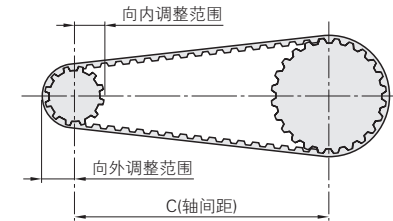
考虑到安装及张紧量,轴间距最小调整范围请以下表为大致标准。

表3: 外侧调整范围

轴间距(mm)	外侧调整范围(mm)
$C \leq 600$	5
$600 < C \leq 1000$	10
$1000 < C \leq 1500$	15
$1500 < C \leq 2000$	20
$2000 < C \leq 2500$	25
$2500 < C \leq 3000$	30
$C > 3000$	轴间距×0.01

表4: 内侧调整范围

型号	内侧调整范围(mm)
MA3、T5、XL、MXL	5
MA5、AT5、L	10
MA8、AT10、T10、H	15



采用法兰型滑轮时,请同时考虑法兰外径,设置较大的调整范围。

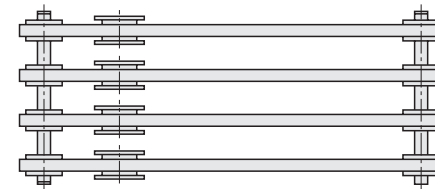
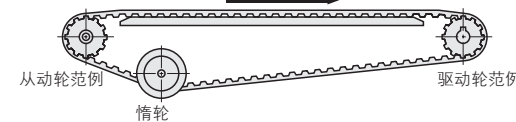
■选型时的注意事项

●负载扭矩和传动容量

负载扭矩与传动容量应在考虑安全的情况下,按所用皮带将承受的最大值来计算。

●采用多列皮带时

- 如果并列的皮带均匀承载,则应按根数均分的负载值进行计算。但如果负载分配可能不均时,请按1根皮带承受的最大负载进行计算。
- 皮带张力和带轮校准,请采用每根皮带都可单独调整的结构。



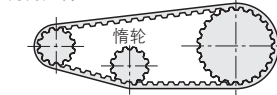
●使用惰轮时

- 不得已使用惰轮时,请务必设置在皮带的松弛侧。
- 请尽可能将惰轮设置在皮带的内侧。设置在内侧时,带轮齿数应大于最小带轮齿数。设置在外侧时,带轮直径应大于下表的数值,且采用无弧度的平带轮。

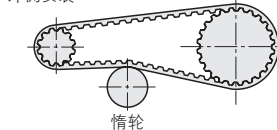
表5: 最小惰轮直径

皮带型式	最小惰轮直径(mm)
MA3	30
MA5、AT5	40
MA8、AT10	80
T5	30
T10	70
MXL	15
XL	30
L	50
H	90

内侧安装



外侧安装



【技术计算】 同步齿形带Iron Rubber®型的选型方法 2

选型表 / 容许传动容量/容许传递扭矩

表6: 简易选型表1(传动容量)

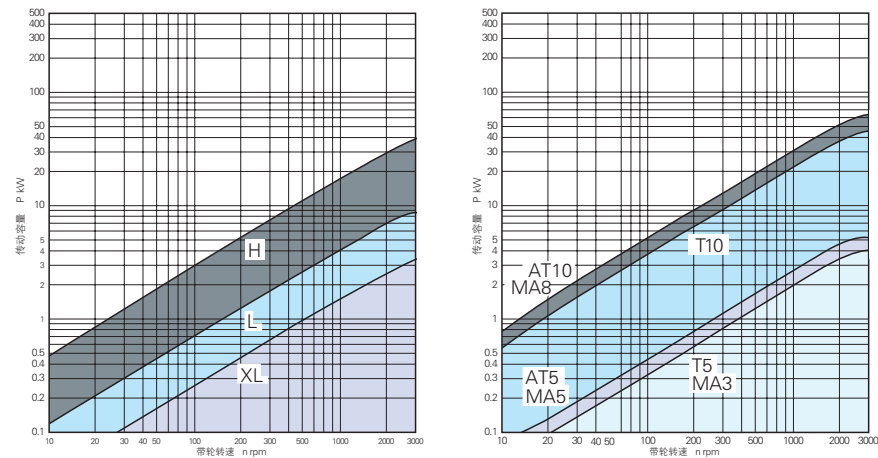


表7: 简易选型表2(扭矩)

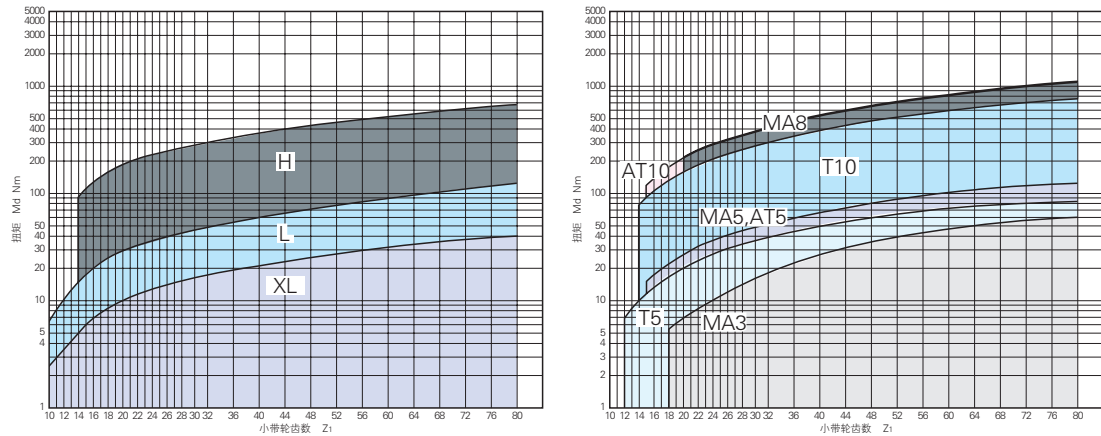


表8: 容许传动容量(Ps)

带轮转速 n (rpm)	MA3	MA5	MA8	AT5	AT10	T5	T10	MXL	XL	L	H
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.026	0.052	0.181	0.052	0.226	0.043	0.181	0.007	0.044	0.129	0.206
40	0.050	0.101	0.351	0.101	0.439	0.084	0.351	0.014	0.085	0.250	0.401
60	0.074	0.147	0.511	0.147	0.639	0.123	0.511	0.020	0.124	0.364	0.583
80	0.096	0.192	0.661	0.192	0.826	0.160	0.661	0.026	0.161	0.471	0.753
100	0.116	0.233	0.800	0.233	1.000	0.194	0.800	0.032	0.196	0.572	0.910
200	0.211	0.422	1.423	0.422	1.779	0.351	1.423	0.058	0.354	1.019	1.616
300	0.296	0.592	1.984	0.592	2.480	0.494	1.980	0.082	0.498	1.419	2.250
400	0.376	0.753	2.496	0.753	3.120	0.627	2.490	0.104	0.632	1.789	2.830
500	0.452	0.905	2.976	0.905	3.720	0.754	2.980	0.126	0.760	2.140	3.370
600	0.525	1.050	3.432	1.050	4.290	0.875	3.430	0.147	0.881	2.470	3.880
700	0.593	1.187	3.864	1.187	4.830	0.989	3.870	0.168	0.999	2.780	4.370
800	0.662	1.324	4.280	1.324	5.350	1.104	4.280	0.188	1.113	3.080	4.830
900	0.728	1.456	4.664	1.456	5.830	1.213	4.680	0.208	1.223	3.370	5.280
1000	0.791	1.538	5.064	1.538	6.330	1.319	5.070	0.227	1.330	3.650	5.720
1100	0.854	1.708	5.440	1.708	6.800	1.423	5.440	0.247	1.434	3.920	6.130
1200	0.914	1.829	5.800	1.829	7.250	1.524	5.800	0.266	1.536	4.190	6.540
1300	0.974	1.947	6.152	1.947	7.690	1.623	6.150	0.285	1.636	4.440	6.930
1400	1.031	2.060	6.496	2.060	8.120	1.719	6.490	0.303	1.733	4.690	7.310
1500	1.088	2.180	6.824	2.180	8.530	1.814	6.830	0.322	1.829	4.930	7.680
1600	1.144	2.290	7.152	2.290	8.940	1.907	7.150	0.340	1.923	5.170	8.040
1700	1.199	2.400	7.464	2.400	9.330	1.998	7.460	0.358	2.010	5.400	8.390
1800	1.254	2.510	7.776	2.510	9.720	2.090	7.770	0.378	2.110	5.620	8.730
1900	1.308	2.610	8.072	2.610	10.090	2.180	8.070	0.394	2.190	5.840	9.060
2000	1.356	2.720	8.368	2.720	10.460	2.260	8.370	0.413	2.280	6.060	9.390
2200	1.458	2.920	8.936	2.920	11.170	2.430	8.940	0.448	2.450	6.480	10.020
2400	1.560	3.120	9.480	3.120	11.850	2.600	9.480	0.485	2.620	6.880	10.630
2600	1.656	3.310	10.008	3.310	12.510	2.760	10.010	0.520	2.780	7.270	11.210
2800	1.746	3.490	10.512	3.490	13.140	2.910	10.510	0.556	2.940	7.640	11.760
3000	1.838	3.680	11.000	3.680	13.750	3.060	11.000	0.590	3.090	8.000	12.300

表9: 容许传递扭矩(Mds)

带轮转速 n (rpm)	MA3	MA5	MA8	AT5	AT10	T5	T10	MXL	XL	L	H
0	1.260	2.520	8.888	2.520	11.110	2.100	8.890	0.344	2.130	6.310	10.150
20	1.230	2.460	8.640	2.460	10.800	2.050	8.640	0.339	2.080	6.140	9.860
40	1.200	2.400	8.392	2.400	10.490	2.000	8.390	0.328	2.030	5.970	9.560
60	1.173	2.350	8.136	2.350	10.170	1.955	8.140	0.319	1.976	5.800	9.270
80	1.144	2.290	7.888	2.290	9.860	1.906	7.890	0.311	1.923	5.630	8.980
100	1.114	2.230	7.640	2.230	9.550	1.857	7.640	0.303	1.871	5.460	8.690
200	1.006	2.010	6.800	2.010	8.500	1.677	6.800	0.276	1.690	4.860	7.720
300	0.943	1.887	6.304	1.887	7.880	1.572	6.300	0.260	1.584	4.520	7.150
400	0.898	1.797	5.952	1.797	7.440	1.497	5.950	0.249	1.509	4.270	6.740
500	0.864	1.728	5.680	1.728	7.100	1.440	5.680	0.241	1.451	4.080	6.430
600	0.836	1.671	5.456	1.671	6.820	1.393	5.460	0.234	1.403	3.920	6.180
700	0.811	1.623	5.272	1.623	6.590	1.352	5.270	0.229	1.363	3.790	5.960
800	0.791	1.581	5.112	1.581	6.390	1.318	5.110	0.225	1.328	3.680	5.770
900	0.772	1.545	4.968	1.545	6.210	1.287	4.970	0.221	1.298	3.580	5.610
1000	0.756	1.512	4.840	1.512	6.050	1.260	4.840	0.217	1.270	3.490	5.460
1100	0.741	1.482	4.720	1.482	5.900	1.235	4.720	0.214	1.245	3.410	5.320
1200	0.728	1.456	4.616	1.456	5.770	1.213	4.620	0.211	1.223	3.330	5.200
1300	0.715	1.430	4.520	1.430	5.650	1.192	4.520	0.209	1.202	3.260	5.090
1400	0.704	1.407	4.432	1.407	5.540	1.173	4.430	0.207	1.182	3.200	4.980
1500	0.693	1.386	4.344	1.386	5.430	1.155	4.350	0.205	1.164	3.140	4.890
1600	0.683	1.366	4.264	1.366	5.330	1.138	4.270	0.203	1.148	3.080	4.800
1700	0.673	1.347	4.192	1.347	5.240	1.122	4.190	0.201	1.132	3.030	4.710
1800	0.665	1.329	4.120	1.329	5.150	1.108	4.120	0.200	1.117	2.980	4.630
1900	0.656	1.312	4.056	1.312	5.070	1.094	4.060	0.198	1.103	2.940	4.560
2000	0.648	1.296	3.992	1.296	4.990	1.080	4.000	0.197	1.089	2.890	4.480
2200	0.634	1.267	3.880	1.267	4.850	1.056	3.880	0.195	1.065	2.810	4.350
2400	0.620	1.240	3.776	1.240	4.720	1.033	3.770	0.193	1.042	2.740	4.230
2600	0.607	1.215	3.672	1.215	4.590	1.012	3.680	0.191	1.021	2.670	4.120
2800	0.596	1.192	3.584	1.192	4.480	0.993	3.590	0.190	1.002	2.610	4.010
3000	0.585	1.170	3.504	1.170	4.380	0.975	3.500	0.188	0.984	2.550	3.910

【技术计算】 同步齿形带Iron Rubber®型的选型方法 3

容许张力 / 初始张力

容许张力

表10: 接头加工皮带 (Iron Rubber®) 容许张力表

皮带种类	皮带宽度						
	025	037	050	075	100	150	200
XL	90	135	175	—	—	—	—
L	—	—	320	480	640	—	—
H	—	—	—	480	640	960	1280

皮带种类	皮带宽度					
	100	150	200	250	400	500
T5	150	200	270	350	—	—
T10	—	320	440	640	960	1280
AT5	210	350	—	—	—	—
AT10	—	890	890	1070	—	—

表11: 自由端同步齿形带 (Iron Rubber®) 容许张力表

皮带种类	皮带宽度						
	025	037	050	075	100	150	200
XL	180	270	350	—	—	—	—
L	—	—	640	960	1280	—	—
H	—	—	—	960	1280	1920	2560

皮带种类	皮带宽度						
	070	100	150	200	250	400	500
MA3	200	300	400	—	—	—	—
MA5	—	470	740	960	—	—	—
MA8	—	—	1620	2160	2700	—	—
T5	200	300	400	550	700	—	—
T10	—	—	640	880	1280	1920	2560
AT5	—	470	740	—	—	—	—
AT10	—	—	1620	2160	2700	—	—

初始张力的设定

初始张力应根据传动中所发生的最大有效张力来确定。在停止状态或空转运行中整条皮带各处的初始张力相同。运行中皮带会产生张紧侧和松弛侧。其张力之差称为有效张力。在该差力的作用下，通过带轮可产生扭矩或传动容量。对于齿形皮带，应施加初始张力，使松弛侧皮带不松弛。皮带承受起动负载时，如果产生松弛，则表示初始张力不足。

$$U = \frac{2 \times 10^3 \times Md}{dp} \quad \text{或} \quad U = \frac{19.1 \times 10^6 \times P}{n \times dp}$$

弹性参考值 $0.5U < Fv < 0.5F$

U : 有效张力(N)
Md : 负载扭矩(N·m)
P : 传动容量(kW)
dp : 带轮直径(mm)
n : 带轮转速(rpm)
Fv : 初始张力(N)
F : 容许张力(N)

初始张力的确认方法

通过皮带的伸长进行确认的方法

容许张力为F时皮带的伸长(参考值):

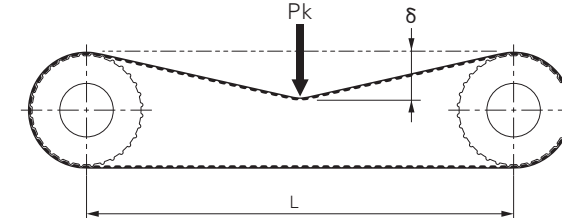
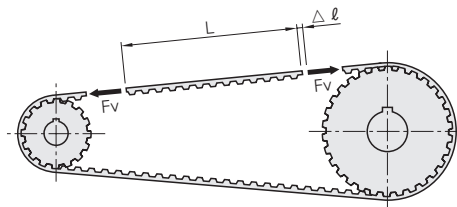
接头加工型 0.2% = 2mm/m
自由端型 0.4% = 4mm/m

通过皮带的振动频率进行确认的方法

$$Fv = 4 \times f^2 \times m \times \ell^2$$

Fv : 皮带张力(N)
f : 振动频率(Hz)
m : 每米的皮带重量(kg/m)
ℓ : 带轮中心距(m)

以压力和挠度进行确认的方法



力和伸长的关系遵循虎克定律(比例关系)，因此可通过计算求出中间值。

$$Pk = Fv/16$$

此时的挠度 δ 按下式计算:
[$\delta = L/64$]

Pk : 压力(N)
Fv : 要设定的张力(N)
δ : 挠度(mm)
L : 带轮中心距(mm)