

■螺栓的强度

1) 螺栓受到拉伸载荷时

$$P_t = \sigma_t \times A_s \dots (1)$$

$$= \pi d^2 \sigma_t / 4 \dots (2)$$

Pt : 轴方向的拉伸载荷[kgf]  
 σb : 螺栓的屈服应力[kgf/mm<sup>2</sup>]  
 σt : 螺栓的容许应力[kgf/mm<sup>2</sup>]  
 (σt = σb / 安全系数 α)  
 As : 螺栓的有效截面积[mm<sup>2</sup>]  
 As = π d<sup>2</sup> / 4  
 d : 螺栓的有效直径(螺纹内径)[mm]

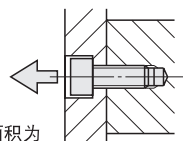
【例】 计算一根内六角螺栓在反复受到P=200kgf拉伸载荷时(脉动载荷)的合适尺寸  
 (此内六角螺栓的材质为: SCM435、38~43HRC、强度级别为12.9)

根据式(1):

$$A_s = P_t / \sigma_t$$

$$= 200 / 22.4$$

$$= 8.9 [\text{mm}^2]$$



所以 可以从右表中选出大于这个值的、有效截面积为  
 14.2[mm<sup>2</sup>]的M5螺栓。

另外, 考虑到疲劳强度, 从表的强度级别12.9一栏中选择容许  
 载荷值为213kgf的M6螺栓。

2) 如限位螺栓一样受到拉伸的冲击载荷时, 从疲劳强度中选择。  
 (同样受到200kgf的载荷, 此限位螺栓材质为: SCM435、  
 33~38HRC, 强度级别为10.9。)

如右表所示, 强度级别为10.9, 容许载荷在200kg以上时为  
 318[kgf]的M8螺栓, 所以可选择具有M8螺纹、轴径为  
 10mm的MSB10螺栓。另外, 在受到剪切载荷时请同时使用  
 定位销。

■螺塞的强度

计算MSW30螺塞受到冲击载荷时的容许载荷P。

(MSW30材质为: S45C、34~43HRC、拉伸强度σb为65kgf/mm<sup>2</sup>)

假设MSW螺纹内径部分受  
 到剪切力时出现破损,

$$容许载荷 P = \tau_t \times A$$

$$= 3.9 \times 107.4$$

$$= 4188.6 [\text{kgf}]$$

$$剪切面积 A = 螺纹内径 d_1 \times \pi \times L$$

$$(螺纹内径 d_1 \approx M - P)$$

$$A = (M - P) \pi L = (30 - 1.5) \pi \times 12$$

$$= 1074 [\text{mm}^2]$$

$$屈服应力 \approx 0.9 \times 拉伸强度 \sigma_b = 0.9 \times 65 = 58.2$$

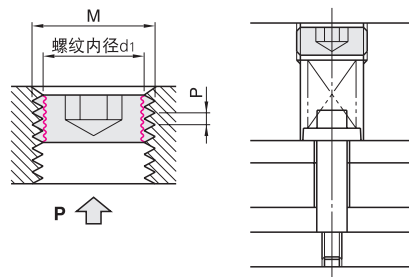
$$剪切应力 \approx 0.8 \times 屈服应力$$

$$= 46.6$$

$$容许剪切应力 \tau_t = 剪切应力 / 安全系数 12$$

$$= 46.6 / 12 = 3.9 [\text{kgf}/\text{mm}^2]$$

(判断丝锥是否能承受容许  
 剪切应力时) 如果丝锥为软  
 质材料时, 可通过螺孔的螺纹内径来计算容许剪切应力。



■定位销的强度

计算1根定位销受到800kgf的反复(脉动负载)剪切载荷时的合适尺寸。

(定位销材质为: SUJ2 硬度为: 58HRC~)

$$P = A \times \tau$$

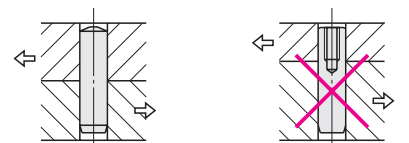
$$= \pi D^2 \tau / 4$$

$$D = \sqrt{(4P) / (\pi \tau)}$$

$$= \sqrt{(4 \times 800) / (3.14 \times 19.2)}$$

$$\approx 7.3$$

SUJ2的屈服应力承受值 σb = 120[kgf/mm<sup>2</sup>]  
 容许剪切强度 τ = σb × 0.8 / 安全系数 α  
 = 120 × 0.8 / 5  
 = 19.2[kgf/mm<sup>2</sup>]



Ⓢ 应尽量避免出现定位销拉拔螺纹处承受负载的情况。

所以 如果是MS定位销, 可选择D8以上的尺寸。

另外, 如果把定位销统一成较大尺寸的话, 可以减少工具及库存的数量。

此页所写的计算方法只是强度算法的一例。在实际运用中, 还需要考虑孔间的螺距精度、孔的垂直度、表面粗糙度、真圆度、板的材质、平行度、有无淬火、注塑成形机的精度、产品的生产数量及工具的磨损度等方面的因素。因此所计算的强度值只作为大致的标准仅供参考。(并非绝对安全值)

■以拉伸强度为基准的UNWIN安全系数 α

材料	静载荷	反复载荷		冲击载荷
		脉动载荷	交变载荷	
钢	3	5	8	12
铸铁	4	6	10	15
铜、软金属	5	5	9	15

$$容许应力 = \frac{基准强度}{安全系数 \alpha}$$

基准强度: 韧性材料表现为屈服应力  
 刚性材料表现为破坏应力

强度级别为12.9的屈服应力 σb = 112[kgf/mm<sup>2</sup>]  
 容许应力 σt = σb / 安全系数(选择上表中的安全系数5)  
 = 112 / 5  
 = 22.4[kgf/mm<sup>2</sup>]

■螺栓的疲劳强度(螺纹部分: 疲劳强度200万次)

螺纹的公称直径	有效截面积 As [mm <sup>2</sup> ]	强度分类			
		12.9		10.9	
		强度级别* 容许载荷 [kgf/mm <sup>2</sup> ]	容许载荷 [kgf]	强度级别* 容许载荷 [kgf/mm <sup>2</sup> ]	容许载荷 [kgf]
M 4	8.78	13.1	114	9.1	79
M 5	14.2	11.3	160	7.8	111
M 6	20.1	10.6	213	7.4	149
M 8	36.6	8.9	326	8.7	318
M10	58	7.4	429	7.3	423
M12	84.3	6.7	565	6.5	548
M14	115	6.1	702	6	690
M16	157	5.8	911	5.7	895
M20	245	5.2	1274	5.1	1250
M24	353	4.7	1659	4.7	1659

带\*号的疲劳强度值是从《小螺钉类、螺栓以及螺帽用公制螺钉的疲劳极限推测值》(山本)中挑选出来, 并加以修改而得到的数值。

■塑料模具用钢材牌号对照表

分类	国际规格相关钢种			使用时硬度 HRC(参考值)
	JIS	AISI	DIN	
预硬模具钢	SC类			13
	SCM440类			28
	SCM(改)	P20类		33
				40
	SUS类			33
	SUS类(快削)* *包括快削成分			33
	SUS类			35
	SKD61类(快削)* *包括快削成分 析出硬化类(快削)* *包括快削成分	H13类	X40CrMoV51	40
		P21类		40
		P21		40
淬火、回火钢	SKS93			55~62
	SKS3			55~62
	SKD61	H13	X40CrMoV51	50
	SKD1	D3	X210Cr12	58
	SKD11	D2		58
	SKD11(改) 8Cr类*	D2改		60
	SKD12	A2		58
	SKH51	M2	S6-5-2	60
	SUS类			57
	SUS类			52
时效硬化钢	马氏体时效硬化钢			53
	非磁性钢			43

日立金属	大同特殊钢	Wudahorum (瑞典)	神户制钢所	爱知制钢	日本高频钢	山阳特殊钢	不二越
		UHB11	KTSM2A	AUK1	KPM1	PC55	
			KTSM21				
			KTSM3A	AUK11	KPM2	PCM28	
			KTSM31				
HPM7		HOLDAX	KTSM3M		KPM25		
(HPM2T)	PX5	IMPAX			KPM30		
	GO40F	NIMAX					
HPM38	S-STAR	STAMAX ESP*			KSP1	QPD5	PROVA400
HPM77	G-STAR	RAMAX RoyAlloy					
PSL	NAK101	CORRAX			U630	QSH6	
FDAC	DH2F		KTSM41		KDA	QD6F	
HPM1	NAK55		KTSM40EF		KAP		
CENA1 (HPM50)	NAK80		KTSM40E		KAP2	PCM40	
YCS3	YK30			SK301	K3M	QK3M	SK3M
SGT	GOA	ARNE		SKS3	KS3	QKS3	SKS3
DAC	DHA1	ORVAR		SKD61	KDA	QD61	HDS61
CRD	DC1	SVERKER3		SKD1	KD1	QC1	CDS1
SLD	DC11			SKD11	KD11S	QC11	CDS11
(SLD8) HPM31	DC53 PD613	SLEIPNER	KAD181	AUD15	KD21	QCM8	MCR12
	DC12	RIGOR*		SKD12	KD12	QC12	CDS12
YXM1	MH51				H51	QH51	SKH9
SUS440C		ELMAX	KAS440 (粉末)		KSP2	QCD5 SPC5 (粉末)	FAXR2
HPM38 HPM38S	S-STAR	STAMAX ESP*			KSP1	QPD1 QPD5	PROVA400
YAG	MAS1C				KMS18-20	QM300	
HPM75							

\*CENA1是HPM50的后继钢种。

加工方法	机械名	使用工具	被切削材质							
			非铁金属	未处理材料	调质材质	淬火	回火			
加工	孔	钻头 丝锥 铰刀 车刀	Al	(Al-alloy) SS400(SS41) S45C S50C	SKD11 DC53	SCM435	HPM2T	S45C	SKS3	SKD11 SUJ2 SKH51
			CU BsBM2	STAMAX ESP* RIGOR*	SKD61	HPM7 PX5 NAK55 HPM1 NAK80 CENA1 FDAC DH2F	HPM38 S-STAR STAMAX ESP*	(电铸-外) ORVAR* SUPREME (时效处理) MAS1C YAG HPM38 S-STAR SKD61 STAMAX ESP* RIGOR*	(电铸-内)	
切削	端面底面孔	通用铣床 NC铣床 加工中心	HRC 10 20 30 40 50 60 70							
			钻头	高速钢	SKH- Wn-Co					
加工	孔	钻机 钻床 镗床 坐标镗床 通用车床 NC车床 车削加工中心	Al	(Al-alloy) SS400(SS41) S45C S50C	SKD11 DC53	SCM435	HPM2T	S45C	SKS3	SKD11 SUJ2 SKH51
			CU BsBM2	STAMAX ESP* RIGOR*	SKD61	HPM7 PX5 NAK55 HPM1 NAK80 CENA1 FDAC DH2F	HPM38 S-STAR STAMAX ESP*	(电铸-外) ORVAR* SUPREME (时效处理) MAS1C YAG HPM38 S-STAR SKD61 STAMAX ESP* RIGOR*	(电铸-内)	
研磨	外圆磨床	砂轮	白色熔融铝质	WA						
			褐色熔融铝质	A						
加工	坐标磨床	仿形磨床	淡红色熔融铝质	PA						
			绿色碳化硅	GC						
加工	成型磨床	电沉积	黑色碳化硅	C						
			电沉积	CBN						
电火花加工	EDM	电极	电沉积	D						
			电沉积	CBN						
电火花加工	WEDM	电极丝	电沉积	D						
			电沉积	CBN						