

■ Vドリル・リーマ使用例

自動車部品 ADC-10

<p>加工物</p> <p>自動車部品 ADC-10</p>	<p>ドリル・切削条件</p> <p>ドリルOVD5-0080 N=2,388min⁻¹ V=60m/min F=286mm/min f=0.12mm/rev 水溶性(外部)</p>	<p>結果</p> <p>φ8H7一発加工 (従来ドリル比) 能率3倍 寿命5倍 リーマ加工を省きドリル一発H7穴加工 ※20,000穴加工継続中</p>	<p>加工物</p> <p>電子機器部品 AC-4A</p>	<p>ドリル・切削条件</p> <p>ドリルOVDL-0230 N=600min⁻¹ V=43m/min F=42mm/min f=0.07mm/rev 油性(外部)</p>	<p>結果</p> <p>φ23H7一発加工 荒加工 中仕上げ加工 仕上げ加工 3工程を1工程にできます。 100穴加工ロット終了 刃具異常なし継続可 (1,000min⁻¹0.1mm/rev加工穴の途中にムシ発生)</p>
<p>加工物</p> <p>事務機部品 AC-4A</p>	<p>ドリル・切削条件</p> <p>ドリルOVDL-0100 N=1,496min⁻¹ V=47m/min F=104mm/min f=0.07mm/rev 油性(外部)</p>	<p>結果</p> <p>φ10H7一発加工 (従来3工程を1工程に短縮) 2,000穴ロット終了 継続使用可 (2,000min⁻¹0.1mm/rev条件時φ6横穴よりの切粉が発生、抜け際の素材欠け発生)</p>	<p>加工物</p> <p>オートバイ部品 ADC-12</p>	<p>ドリル・切削条件</p> <p>リーマOVRH-0470 N=542min⁻¹ V=80m/min F=54mm/min f=0.1mm/rev 水溶性(外部)</p>	<p>結果</p> <p>φ47H7一発加工 (従来2工程を1工程に短縮) 5,000穴加工継続中 (ポーリング加工より外径の安定性があり、初心者にも加工をまかせることができた。)</p>

■ Vドリル・Vリーマ使用上の注意事項

- Vドリルのシャンク径は、エンドミルと同じ寸法と精度を採用しています。高い把握力のある、振れ精度の良いミーリングチャックをご使用下さい。取り付け振れ精度は、10μ以下が望ましいです。
- 切削油剤: 切削油剤を使う理由は、工具の寿命・仕上面精度・穴精度の向上と維持、切削抵抗の減少等があるためで、被削材にあったものを選定して下さい。Vドリルを使用してその効果を発揮するためにも、被削材・用途にあった切削油剤をご使用下さい。高精度の穴には、不水性(油性)(JIS2種1号、2種3号-参照)、一般的な穴には、水溶性(希釈率5倍~10倍)をおすすめします。
- 切削条件の選定: 切削条件は、被削材・ドリル径・穴の要求精度によって選定して下さい。
- 切削速度(V): 切削速度(V)は、ドリルの磨耗に大きく影響し、被削材により選定されますが、回転数との間には次の関係式があります。

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000} \text{ (m/min)}$$

D:ドリルの直径mm N:回転数min⁻¹
- 1回転当たりの送り量(f): 1回転当たりの送り量(f)は、被削材とドリル径をもとに選定され、1分間当たりの送り速度(ℓ)との間には次の関係式があります。

$$f = \frac{\ell}{N} \text{ (mm/rev)}$$

ℓ:1分間当たりの送り速度mm/min N:回転数min⁻¹

なお、1回転当たりの送り量(f)の選定には次の点に注意して下さい。送りが小さすぎると、擦り磨耗で、寿命が早くなります。過度の送りは、刃先の欠損・ドリルの折損の原因になりやすいです。
- 加工能率: 加工能率は、N (min⁻¹) × f (mm/rev) で決まります。能率を上げるには、N、fいずれを上げても同じですが、工具寿命を考えると、1回転当たりの送り量(f)を上げるのが得策です。ただし、高い穴精度・良好な仕上面精度が必要な場合はこの限りではありません。

■ 表面粗さ

Surface roughness

種類	記号	求めかた	説明図
算術平均粗さ	Ra	基準長さにおける縦座標値Z(x)の絶対値の平均 $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l Z(x) dx$ 一つの傷が測定値に与える影響が非常に小さくなり、安定した結果が得られる。	
最大高さ	Rz	基準長さにおける輪郭線の最大山高さ Zp と最大谷深さ Zv との和 一箇所でも際立って高い山や深い谷があると大きな値になってしまい測定値のばらつきが大きくなる。 *旧JISでは Rz は「十点平均あらさ」を指示していたため注意が必要である。	
十点平均粗	RzJIS	【十点平均あらさ RzJIS】 基準長さにおける平均線から最高の山頂から5番目までの山高さの平均と、最も低い谷底から5番目までの谷深さの平均の絶対値の和 $RzJIS = \frac{ Zp1 + \dots + Zp5 + Zv1 + \dots + Zv5 }{5}$	

■ 算術平均粗さ(Ra)と従来の表記の関係(参考データ)

Relationship between calculated average roughness (Ra) and conventional labels (Reference data)

算術平均粗さ Ra	最大高さ Rz	十点平均粗さ RzJIS		従来の仕上げ記号
		標準数値	基準長さ ℓ (mm)	
0.012a	0.08	0.05s	0.05z	▽▽▽▽
0.025a	0.25	0.1 s	0.1 z	
0.05 a	0.25	0.2 s	0.2 z	
0.1 a	0.8	0.4 s	0.4 z	▽▽▽
0.2 a		0.8 s	0.8 z	
0.4 a		1.6 s	1.6 z	
0.8 a		3.2 s	3.2 z	
1.6 a	2.5	6.3 s	6.3 z	▽▽
3.2 a		12.5 s	12.5 z	
6.3 a	8	25 s	25 z	▽
12.5 a		50 s	50 z	
25 a		100 s	100 z	
50 a	-	200 s	200 z	-
100 a		400 s	400 z	

*3種類の相互関係は、便宜上の関係を表したもので厳密性はありません。

*Ra・Rz・RzJISの評価長さはカットオフ値、基準長さをそれぞれ5倍した値です。

■周速度早見表 直径 回転数 → 周速度
 (mm)(min⁻¹) (m/min) $V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1,000} = (\text{m/min})$

直径	回転数 N (min ⁻¹)									
	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000
	周速度 v (m/min)									
1	3.1	6.3	9.4	12.6	15.7	18.9	22.0	25.1	28.3	31.4
2	6.3	12.6	18.9	25.1	31.4	37.7	44.0	50.3	56.6	62.8
3	9.4	18.9	28.3	37.7	47.1	56.6	66.0	75.4	84.8	94.3
4	12.6	25.1	37.7	50.3	62.8	75.4	88.0	100.5	113.1	125.7
5	15.7	31.4	47.1	62.8	78.5	94.3	110.5	125.7	141.4	157.1
6	18.9	37.7	56.6	75.4	94.3	113.1	132.0	150.8	169.7	188.5
7	22.0	44.0	66.0	88.0	110.0	132.0	153.9	175.9	197.9	219.9
8	25.1	50.3	75.4	100.5	125.7	150.8	175.9	201.1	226.2	251.3
9	28.3	56.6	84.8	113.1	141.4	169.7	197.9	226.2	254.5	282.8
10	31.4	62.8	94.3	125.7	157.1	188.5	219.9	251.3	282.8	314.2
12	37.7	75.4	111.3	150.7	188.4	226.1	263.8	301.4	339.1	376.8
14	44.0	87.9	131.9	175.8	219.8	263.8	307.7	351.7	395.6	439.6
16	50.2	100.5	150.7	201.0	251.2	301.4	351.7	401.9	452.6	502.4
18	56.5	113.1	169.6	226.1	282.6	339.1	395.6	452.2	508.7	565.2
20	62.8	125.6	188.4	251.2	314.0	376.8	439.6	502.4	565.2	628.0
22	69.1	138.2	207.2	276.3	345.4	414.5	483.6	552.6	621.7	690.8
24	75.4	150.7	226.1	301.4	376.8	452.5	527.5	602.9	678.2	753.6
26	81.6	163.3	244.9	326.6	408.2	489.8	571.5	653.1	734.8	816.4
28	87.9	175.8	263.8	351.7	439.6	527.5	615.4	703.4	791.3	879.2
30	94.2	188.4	282.6	376.8	471.0	565.5	659.4	753.6	847.8	942.0

【例】公式にπ=3.14 D=φ10 N=1,900を代入すると

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1,000} = \frac{3.14 \times 10 \times 1,900}{1,000} = 59.66 \text{m/min} (3.14 \times 10 \times 1,900 \div 1,000 = 59.66)$$

■回転数早見表 直径 周速度 → 回転数
 (mm) (m/min⁻¹) (min⁻¹) $N = \frac{V \cdot 1,000}{\pi \cdot D} = (\text{min}^{-1})$

直径	周速度 v (m/min)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	回転数 N (min ⁻¹)									
1	3.183	6.366	9.549	12.372	15.916	19.099	22.282	25.465	28.648	31.831
2	1.592	3.183	4.775	6.366	7.958	9.549	11.141	12.732	14.324	15.916
3	1.061	2.122	3.183	4.244	5.305	6.366	7.427	8.488	9.549	10.610
4	796	1.592	2.387	3.183	3.979	4.775	5.570	6.366	7.162	7.958
5	637	1.273	1.910	2.547	3.183	3.819	4.456	5.093	5.730	6.366
6	531	1.061	1.592	2.122	2.653	3.183	3.714	4.244	4.775	5.305
7	455	910	1.364	1.819	2.274	2.728	3.183	3.638	4.093	4.547
8	398	796	1.194	1.592	1.989	2.387	2.785	3.183	3.581	3.979
9	354	7.7	1.061	1.415	1.768	2.122	2.476	2.829	3.183	3.537
10	318	637	955	1.273	1.592	1.910	2.228	2.547	2.865	3.183
12	265	530	796	1.061	1.327	1.592	1.858	2.213	2.389	2.654
14	227	454	682	909	1.137	1.365	1.592	1.820	2.047	2.275
16	199	398	597	796	995	1.194	1.393	1.592	1.791	1.990
18	176	353	530	707	885	1.062	1.238	1.415	1.592	1.769
20	159	318	477	636	796	955	1.115	1.274	1.433	1.592
22	144	289	434	579	724	869	1.013	1.158	1.303	1.448
24	132	265	398	530	663	796	929	1.062	1.194	1.327
26	122	244	367	490	612	735	857	980	1.102	1.225
28	113	227	341	455	569	682	796	910	1.024	1.137
30	106	212	318	425	531	637	743	849	955	1.062

【例】公式にV=50 π=3.14 D=10を代入すると

$$N = \frac{V \cdot 1,000}{\pi \cdot D} = \frac{50 \times 1,000}{3.14 \times 10} = 1592 \text{min}^{-1} (50 \times 1,000 \div 3.14 \div 10 = 1592)$$

技術資料

Technical data

タップ下穴ドリル径 (メートル並目ねじ)
Metric Coarse screw threads

ねじの呼び MXピッチ Thread size	ドリル径 Drill dia	めねじ内径 (参考)	
		最小許容 寸法 Min.	最大許容寸法
			5H (M1.4以下) 6H (M1.6以上) 2級 Max.
1.0 × 0.25	0.75	0.729	0.785
1.1 × 0.25	0.85	0.829	0.885
1.2 × 0.25	0.95	0.929	0.985
1.4 × 0.3	1.10	1.075	1.142
1.6 × 0.35	1.25	1.221	1.321
1.8 × 0.35	1.45	1.421	1.521
2.0 × 0.4	1.60	1.567	1.679
2.2 × 0.45	1.75	1.713	1.838
2.5 × 0.45	2.10	2.013	2.138
3.0 × 0.5	2.50	2.459	2.599
3.5 × 0.6	2.90	2.850	3.010
4.0 × 0.7	3.30	3.242	3.422
4.5 × 0.75	3.80	3.688	3.878
5 × 0.8	4.20	4.134	4.334
6 × 1	5.00	4.917	5.153
7 × 1	6.00	5.917	6.153
8 × 1.25	6.80	6.647	6.912
9 × 1.25	7.80	7.647	7.912
10 × 1.5	8.50	8.376	8.676
11 × 1.5	9.50	9.376	9.676
12 × 1.75	10.30	10.106	10.441
14 × 2	12.00	11.835	12.210
16 × 2	14.00	13.835	14.210
18 × 2.5	15.50	15.294	15.744
20 × 2.5	17.50	17.294	17.744
22 × 2.5	19.50	19.294	19.744
24 × 3	21.00	20.752	21.252
27 × 3	24.00	23.752	24.252
30 × 3.5	26.50	26.211	26.771
33 × 3.5	29.50	29.211	29.771
39 × 4	35.00	34.670	34.270
42 × 4	38.00	37.670	37.270
45 × 4.5	40.50	40.129	40.799
48 × 5	43.00	42.587	43.297

タップ下穴ドリル径 (メートル細目ねじ)
Metric Fine screw threads

ねじの呼び MXピッチ Thread size	ドリル径 Drill dia	めねじ内径 (参考)	
		最小許容 寸法 Min.	最大許容寸法
			6H 2級 Max.
2.5 × 0.35	2.2	2.121	2.221
3 × 0.35	2.7	2.621	2.721
4 × 0.5	3.5	3.459	3.599
5 × 0.5	4.5	4.459	4.599
6 × 0.75	5.3	5.188	5.378
8 × 1	7.0	6.917	7.153
8 × 0.75	7.3	7.188	7.378
10 × 1.25	8.8	8.647	8.912
10 × 1	9.0	8.917	9.153
10 × 0.75	9.3	9.188	9.378
12 × 1.5	10.5	10.376	10.676
12 × 1.25	10.8	10.647	10.912
12 × 1	11.0	10.917	11.153
16 × 1.5	14.5	14.376	14.676
16 × 1	15.0	14.917	15.153
20 × 2	18.0	17.835	18.210
20 × 1.5	18.5	18.376	18.676
20 × 1	19.0	18.917	19.153
24 × 2	22.0	21.835	22.210
24 × 1.5	22.5	22.376	22.676
24 × 1	23.0	22.917	23.153
30 × 2	28.0	27.835	28.210
30 × 1.5	28.5	28.376	28.676
30 × 1	29.0	28.917	29.153
36 × 3	33.0	32.752	33.252
36 × 2	34.0	33.835	34.210
36 × 1.5	34.5	34.376	34.676
42 × 4	38.0	37.670	38.270
42 × 3	39.0	38.752	39.252
42 × 2	40.0	39.835	40.210
42 × 1.5	40.5	40.376	40.676
48 × 4	44.0	43.670	44.270
48 × 3	45.0	44.752	45.252
48 × 2	46.0	45.835	46.210
48 × 1.5	46.5	46.376	46.676

タップ下穴ドリル径 (ユニファイ並目ねじ)
Unified Coarse screw threads

ねじの呼び Thread size	ドリル径 Drill dia	めねじ内径 (参考)	
		最小許容寸法 Min.	最大許容寸法 2B Max.
No.1 -64UNC	1.55	1.425	1.582
No.2 -56UNC	1.80	1.695	1.871
No.3 -48UNC	2.10	1.941	2.146
No.4 -40UNC	2.30	2.157	2.385
No.5 -40UNC	2.60	2.487	2.697
No.6 -32UNC	2.80	2.642	2.895
No.8 -32UNC	3.40	3.302	3.530
No.10 -24UNC	3.90	3.683	3.962
No.12 -24UNC	4.50	4.344	4.597
1/4 -20UNC	5.10	4.979	5.257
5/16 -18UNC	6.60	6.401	6.731
3/8 -16UNC	8.00	7.798	8.153
7/16 -14UNC	9.40	9.144	9.550
1/2 -13UNC	10.8	10.592	11.023
9/16 -12UNC	12.2	11.989	12.446
5/8 -11UNC	13.6	13.386	13.868
3/4 -10UNC	16.5	16.307	16.840
7/8 -9UNC	19.5	19.177	19.761
1 -8UNC	22.2	21.971	22.606
1 1/8 -7UNC	25.0	24.638	25.349

タップ下穴ドリル径 (ユニファイ細目ねじ)
Unified Fine screw threads

ねじの呼び Thread size	ドリル径 Drill dia	めねじ内径 (参考)	
		最小許容寸法 Min.	最大許容寸法 2B Max.
No.0 -80UNF	1.25	1.182	1.305
No.1 -72UNF	1.55	1.474	1.612
No.2 -64UNF	1.85	1.756	1.912
No.3 -56UNF	2.10	2.025	2.197
No.4 -48UNF	2.40	2.271	2.458
No.5 -44UNF	2.70	2.551	2.740
No.6 -40UNF	2.90	2.820	3.022
No.8 -36UNF	3.50	3.404	3.606
No.10 -32UNF	4.10	3.963	4.165
No.12 -28UNF	4.60	4.496	4.724
1/4 -28UNF	5.50	5.360	5.588
5/16 -24UNF	6.90	6.782	7.035
3/8 -24UNF	8.50	8.382	8.636
7/16 -20UNF	9.90	9.729	10.033
1/2 -20UNF	11.5	11.329	11.607
9/16 -18UNF	12.9	12.751	13.081
5/8 -18UNF	14.5	14.350	14.681
3/4 -16UNF	17.5	17.323	17.678
7/8 -14UNF	20.5	20.270	20.675
1 -12UNF	23.2	23.114	23.571

Vドリル加工のトラブルシューティング

内容	原因	対策	
折損	<ul style="list-style-type: none"> ■切削条件の不適合 <ul style="list-style-type: none"> ●送り速度過大によるチゼル部の欠損 ●送り速度過大による切くすつまりの発生 ●回転数過大による切削油の滲透不足 	<ul style="list-style-type: none"> ●送り速度を下げる ●回転数を下げる <p>【現象】 チップ外周のカジリ、切りくすつまり</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ■再研削の問題 <ul style="list-style-type: none"> ●シンニング不適合によるチゼル部強度の低下 ●前損傷残りによるバニシングトルクの増大、またはカジリ発生 	<ul style="list-style-type: none"> ●適正な刃研を行う ●前損傷の完全除去 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■機械上の問題 	<ul style="list-style-type: none"> ●電気系統の修理 ●被削材クランプ方法の改善 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■切削油の問題 <ul style="list-style-type: none"> ●切削油の劣化によるバニシングトルクの増大、またはカジリ発生 ●切削油の供給不足による切りくすつまり、またはカジリ発生 	<ul style="list-style-type: none"> ●全て新油に交換する 	
加工精度不良	<ul style="list-style-type: none"> ●仕上げ面粗さ不良 ●拡大代の過大 	<ul style="list-style-type: none"> ■切削条件の不適合 <ul style="list-style-type: none"> ●切削速度が過大 ●送り速度が過大 	<ul style="list-style-type: none"> ●切削速度を下げる ●送り速度を下げる
	<ul style="list-style-type: none"> ●仕上げ面粗さ不良 ●拡大代の過大 ●真円度不良 ●円筒度不良 ●穴曲り 	<ul style="list-style-type: none"> ■機械上の問題 <ul style="list-style-type: none"> ●機械精度の不良 ●被削材のクランプ剛性不足 ●工具ホルダの選定不適合 	<ul style="list-style-type: none"> ●スピンドルの振れ、プッシュクリアランス、スピンドルとプッシュのアライメントの修正 ●クランプ剛性を高める ●ガイドプッシュ無しの場合はクイックチェンジホルダの使用を避ける
	<ul style="list-style-type: none"> ●仕上げ面粗さ不良 ●拡大代の過大 ●真円度不良 ●円筒度不良 ●穴曲り 	<ul style="list-style-type: none"> ■工具の問題 <ul style="list-style-type: none"> ●切刃の振れ大 ●前の損傷残り ●取り付け精度が不良 ●工具突出し量が過大 ●工具剛性が不足 	<ul style="list-style-type: none"> ●振れ精度を向上する ●前の損傷の完全除去 (特にチップ外周の損傷) ●取り付け時の外周振れ精度向上 (シャンク部のキズなど) ●必要最小長さにする ●剛性を向上するように工具仕様を変える
	<ul style="list-style-type: none"> ●仕上げ面粗さ不良 ●拡大代の過大 ●真円度不良 ●円筒度不良 ●穴曲り 	<ul style="list-style-type: none"> ■切削油の問題 <ul style="list-style-type: none"> ●油剤の選定が不適合 ●油剤の劣化、腐敗による一次性能の低下 ●油剤の供給不足 ■切削油の問題 <ul style="list-style-type: none"> ●偏肉・錆抜き ●斜め喰い付き 	<ul style="list-style-type: none"> ●希釈倍率を小さくする (濃くする。10倍~20倍) ●潤滑性の高い油剤を使用 ●新油に全交換する ●腐敗防止および切りくすの除去、他油の混入を避ける ●供給量を増やすと同時に有効に切刃にかかるようにする ●先端角を大きくする ●先端角を小さくする ●送り速度を下げる

常用するはめあいの軸で用いる寸法許容差 Deviation of Holes to be Used in Commonly Used Fits

基準寸法の区分(mm)		軸の公差域グラフ Work materi Tolerance zone class of shaft.																													
を越え	以下	b9	c9	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	r6	s6	t6	u6	x6	
-	3	-140 -165	-60 -85	-20 -45	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-6 -12	-6 -12	-6 -16	-2 -6	-2 -6	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -26	±2	±3	±5	+4	+6	+8	+8	+10	+12	+16	+20	+24	+26	+26
3	6	-170 -210	-70 -100	-30 -60	-20 -38	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	±2.5	±4	±6	+6	+9	+9	+12	+16	+20	+23	+27	+31	+36	+36
6	10	-160 -188	-80 -116	-40 -76	-25 -47	-25 -47	-25 -50	-13 -22	-13 -28	-13 -36	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	±3	±4.5	±7.5	+7	+10	+12	+15	+19	+24	+28	+32	+37	+43	+43
10	14	-160 -193	-95 -138	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+9	+12	+15	+18	+23	+29	+34	+39	+44	+40	+45
14	18	-160 -212	-110 -162	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10.5	+11	+15	+17	+21	+28	+35	+41	+48	+54	+41	+54
18	24	-170 -232	-120 -182	-80 -142	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12.5	+13	+18	+20	+25	+33	+42	+50	+59	+64	+76	+60
24	30	-180 -242	-130 -192	-90 -152	-60 -85	-60 -99	-60 -122	-30 -49	-30 -58	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15	+21	+24	+30	+39	+51	+60	+72	+85	+88	+106
30	40	-200 -262	-150 -212	-100 -162	-70 -95	-70 -109	-70 -132	-40 -61	-40 -70	-40 -90	-12 -26	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17.5	+18	+25	+28	+35	+45	+59	+73	+85	+101	+113	+124
40	50	-220 -282	-170 -232	-120 -182	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-50 -71	-50 -81	-50 -106	-12 -27	-12 -34	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	±7.5	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+52	+68	+88	+108	+122	+147	+144
50	65	-240 -302	-190 -252	-140 -202	-90 -115	-90 -129	-90 -152	-60 -81	-60 -91	-60 -116	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	±9	±12.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+79	+99	+125	+159	+184	+184
65	80	-260 -322	-210 -272	-160 -222	-100 -125	-100 -149	-100 -172	-70 -91	-70 -101	-70 -126	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
80	100	-300 -362	-230 -292	-170 -232	-110 -135	-110 -159	-110 -182	-80 -101	-80 -111	-80 -136	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
100	120	-340 -402	-270 -332	-210 -272	-130 -155	-130 -179	-130 -202	-90 -111	-90 -121	-90 -146	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
120	140	-380 -442	-310 -372	-250 -312	-150 -175	-150 -209	-150 -232	-100 -121	-100 -131	-100 -156	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
140	160	-420 -482	-350 -412	-290 -352	-170 -195	-170 -229	-170 -252	-110 -131	-110 -141	-110 -166	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
160	180	-460 -522	-390 -452	-330 -392	-190 -215	-190 -249	-190 -272	-120 -141	-120 -151	-120 -176	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
180	200	-500 -562	-430 -492	-370 -432	-210 -235	-210 -279	-210 -302	-130 -151	-130 -161	-130 -186	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
200	225	-540 -602	-470 -532	-410 -472	-230 -255	-230 -299	-230 -322	-140 -161	-140 -171	-140 -196	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
225	250	-580 -642	-510 -572	-450 -512	-250 -275	-250 -329	-250 -352	-150 -171	-150 -181	-150 -206	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
250	280	-620 -682	-550 -612	-490 -552	-270 -295	-270 -349	-270 -372	-160 -181	-160 -191	-160 -216	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
280	315	-660 -722	-590 -652	-530 -592	-290 -315	-290 -369	-290 -392	-170 -191	-170 -201	-170 -226	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
315	355	-700 -762	-630 -692	-570 -632	-310 -335	-310 -389	-310 -412	-180 -201	-180 -211	-180 -236	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
355	400	-740 -802	-670 -732	-610 -672	-330 -355	-330 -409	-330 -432	-190 -211	-190 -221	-190 -246	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
400	450	-780 -842	-710 -772	-650 -712	-350 -375	-350 -429	-350 -452	-210 -231	-210 -241	-210 -266	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212
450	600	-840 -902	-770 -832	-710 -772	-370 -395	-370 -449	-370 -472	-230 -251	-230 -261	-230 -286	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24	+33	+37	+46	+60	+80	+109	+143	+187	+212	+212

(単位:µm)

基準寸法の区分 (mm)		穴の公差域グラフ Tolerance zone class of hole																								(単位:μm)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
花鍵	以下	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	F9	F10	G6	G7	H6	H7	H8	H9	H10	JS6	JS7	K6		K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	R7	S7	T7	U7	X7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
-	3	+180 +140	+85 +60	+100 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+20 +2	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	±3 ±5	±5 ±5	0 -6	0 -10	-2 -8	-12 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-18 -28	-22 -32	-26 -36	-30 -40	-34 -44	-38 -48	-42 -52	-46 -56	-50 -60	-54 -64	-58 -68	-62 -72	-66 -76	-70 -80	-74 -84	-78 -88	-82 -92	-86 -96	-90 -100	-94 -104	-98 -108	-102 -112	-106 -116	-110 -120	-114 -124	-118 -128	-122 -132	-126 -136	-130 -140	-134 -144	-138 -148	-142 -152	-146 -156	-150 -160	-154 -164	-158 -168	-162 -172	-166 -176	-170 -180	-174 -184	-178 -188	-182 -192	-186 -196	-190 -200	-194 -204	-198 -208	-202 -212	-206 -216	-210 -220	-214 -224	-218 -228	-222 -232	-226 -236	-230 -240	-234 -244	-238 -248	-242 -252	-246 -256	-250 -260	-254 -264	-258 -268	-262 -272	-266 -276	-270 -280	-274 -284	-278 -288	-282 -292	-286 -296	-290 -300	-294 -304	-298 -308	-302 -312	-306 -316	-310 -320	-314 -324	-318 -328	-322 -332	-326 -336	-330 -340	-334 -344	-338 -348	-342 -352	-346 -356	-350 -360	-354 -364	-358 -368	-362 -372	-366 -376	-370 -380	-374 -384	-378 -388	-382 -392	-386 -396	-390 -400	-394 -404	-398 -408	-402 -412	-406 -416	-410 -420	-414 -424	-418 -428	-422 -432	-426 -436	-430 -440	-434 -444	-438 -448	-442 -452	-446 -456	-450 -460	-454 -464	-458 -468	-462 -472	-466 -476	-470 -480	-474 -484	-478 -488	-482 -492	-486 -496	-490 -500	-494 -504	-498 -508	-502 -512	-506 -516	-510 -520	-514 -524	-518 -528	-522 -532	-526 -536	-530 -540	-534 -544	-538 -548	-542 -552	-546 -556	-550 -560	-554 -564	-558 -568	-562 -572	-566 -576	-570 -580	-574 -584	-578 -588	-582 -592	-586 -596	-590 -600	-594 -604	-598 -608	-602 -612	-606 -616	-610 -620	-614 -624	-618 -628	-622 -632	-626 -636	-630 -640	-634 -644	-638 -648	-642 -652	-646 -656	-650 -660	-654 -664	-658 -668	-662 -672	-666 -676	-670 -680	-674 -684	-678 -688	-682 -692	-686 -696	-690 -700	-694 -704	-698 -708	-702 -712	-706 -716	-710 -720	-714 -724	-718 -728	-722 -732	-726 -736	-730 -740	-734 -744	-738 -748	-742 -752	-746 -756	-750 -760	-754 -764	-758 -768	-762 -772	-766 -776	-770 -780	-774 -784	-778 -788	-782 -792	-786 -796	-790 -800	-794 -804	-798 -808	-802 -812	-806 -816	-810 -820	-814 -824	-818 -828	-822 -832	-826 -836	-830 -840	-834 -844	-838 -848	-842 -852	-846 -856	-850 -860	-854 -864	-858 -868	-862 -872	-866 -876	-870 -880	-874 -884	-878 -888	-882 -892	-886 -896	-890 -900	-894 -904	-898 -908	-902 -912	-906 -916	-910 -920	-914 -924	-918 -928	-922 -932	-926 -936	-930 -940	-934 -944	-938 -948	-942 -952	-946 -956	-950 -960	-954 -964	-958 -968	-962 -972	-966 -976	-970 -980	-974 -984	-978 -988	-982 -992	-986 -996	-990 -1000	-994 -1004	-998 -1008	-1002 -1012	-1006 -1016	-1010 -1020	-1014 -1024	-1018 -1028	-1022 -1032	-1026 -1036	-1030 -1040	-1034 -1044	-1038 -1048	-1042 -1052	-1046 -1056	-1050 -1060	-1054 -1064	-1058 -1068	-1062 -1072	-1066 -1076	-1070 -1080	-1074 -1084	-1078 -1088	-1082 -1092	-1086 -1096	-1090 -1100	-1094 -1104	-1098 -1108	-1102 -1112	-1106 -1116	-1110 -1120	-1114 -1124	-1118 -1128	-1122 -1132	-1126 -1136	-1130 -1140	-1134 -1144	-1138 -1148	-1142 -1152	-1146 -1156	-1150 -1160	-1154 -1164	-1158 -1168	-1162 -1172	-1166 -1176	-1170 -1180	-1174 -1184	-1178 -1188	-1182 -1192	-1186 -1196	-1190 -1200	-1194 -1204	-1198 -1208	-1202 -1212	-1206 -1216	-1210 -1220	-1214 -1224	-1218 -1228	-1222 -1232	-1226 -1236	-1230 -1240	-1234 -1244	-1238 -1248	-1242 -1252	-1246 -1256	-1250 -1260	-1254 -1264	-1258 -1268	-1262 -1272	-1266 -1276	-1270 -1280	-1274 -1284	-1278 -1288	-1282 -1292	-1286 -1296	-1290 -1300	-1294 -1304	-1298 -1308	-1302 -1312	-1306 -1316	-1310 -1320	-1314 -1324	-1318 -1328	-1322 -1332	-1326 -1336	-1330 -1340	-1334 -1344	-1338 -1348	-1342 -1352	-1346 -1356	-1350 -1360	-1354 -1364	-1358 -1368	-1362 -1372	-1366 -1376	-1370 -1380	-1374 -1384	-1378 -1388	-1382 -1392	-1386 -1396	-1390 -1400	-1394 -1404	-1398 -1408	-1402 -1412	-1406 -1416	-1410 -1420	-1414 -1424	-1418 -1428	-1422 -1432	-1426 -1436	-1430 -1440	-1434 -1444	-1438 -1448	-1442 -1452	-1446 -1456	-1450 -1460	-1454 -1464	-1458 -1468	-1462 -1472	-1466 -1476	-1470 -1480	-1474 -1484	-1478 -1488	-1482 -1492	-1486 -1496	-1490 -1500	-1494 -1504	-1498 -1508	-1502 -1512	-1506 -1516	-1510 -1520	-1514 -1524	-1518 -1528	-1522 -1532	-1526 -1536	-1530 -1540	-1534 -1544	-1538 -1548	-1542 -1552	-1546 -1556	-1550 -1560	-1554 -1564	-1558 -1568	-1562 -1572	-1566 -1576	-1570 -1580	-1574 -1584	-1578 -1588	-1582 -1592	-1586 -1596	-1590 -1600	-1594 -1604	-1598 -1608	-1602 -1612	-1606 -1616	-1610 -1620	-1614 -1624	-1618 -1628	-1622 -1632	-1626 -1636	-1630 -1640	-1634 -1644	-1638 -1648	-1642 -1652	-1646 -1656	-1650 -1660	-1654 -1664	-1658 -1668	-1662 -1672	-1666 -1676	-1670 -1680	-1674 -1684	-1678 -1688	-1682 -1692	-1686 -1696	-1690 -1700	-1694 -1704	-1698 -1708	-1702 -1712	-1706 -1716	-1710 -1720	-1714 -1724	-1718 -1728	-1722 -1732	-1726 -1736	-1730 -1740	-1734 -1744	-1738 -1748	-1742 -1752	-1746 -1756	-1750 -1760	-1754 -1764	-1758 -1768	-1762 -1772	-1766 -1776	-1770 -1780	-1774 -1784	-1778 -1788	-1782 -1792	-1786 -1796	-1790 -1800	-1794 -1804	-1798 -1808	-1802 -1812	-1806 -1816	-1810 -1820	-1814 -1824	-1818 -1828	-1822 -1832	-1826 -1836	-1830 -1840	-1834 -1844	-1838 -1848	-1842 -1852	-1846 -1856	-1850 -1860	-1854 -1864	-1858 -1868	-1862 -1872	-1866 -1876	-1870 -1880	-1874 -1884	-1878 -1888	-1882 -1892	-1886 -1896	-1890 -1900	-1894 -1904	-1898 -1908	-1902 -1912	-1906 -1916	-1910 -1920	-1914 -1924	-1918 -1928	-1922 -1932	-1926 -1936	-1930 -1940	-1934 -1944	-1938 -1948	-1942 -1952	-1946 -1956	-1950 -1960	-1954 -1964	-1958 -1968	-1962 -1972	-1966 -1976	-1970 -1980	-1974 -1984	-1978 -1988	-1982 -1992	-1986 -1996	-1990 -2000	-1994 -2004	-1998 -2008	-2002 -2012	-2006 -2016	-2010 -2020	-2014 -2024	-2018 -2028	-2022 -2032	-2026 -2036	-2030 -2040	-2034 -2044	-2038 -2048	-2042 -2052	-2046 -2056	-2050 -2060	-2054 -2064	-2058 -2068	-2062 -2072	-2066 -2076	-2070 -2080	-2074 -2084	-2078 -2088	-2082 -2092	-2086 -2096	-2090 -2100	-2094 -2104	-2098 -2108	-2102 -2112	-2106 -2116	-2110 -2120	-2114 -2124	-2118 -2128	-2122 -2132	-2126 -2136	-2130 -2140	-2134 -2144	-2138 -2148	-2142 -2152	-2146 -2156	-2150 -2160	-2154 -2164	-2158 -2168	-2162 -2172	-2166 -2176	-2170 -2180	-2174 -2184	-2178 -2188	-2182 -2192	-2186 -2196	-2190 -2200	-2194 -2204	-2198 -2208	-2202 -2212	-2206 -2216	-2210 -2220	-2214 -2224	-2218 -2228	-2222 -2232	-2226 -2236	-2230 -2240	-2234 -2244	-2238 -2248	-2242 -2252	-2246 -2256	-2250 -2260	-2254 -2264	-2258 -2268	-2262 -2272	-2266 -2276	-2270 -2280	-2274 -2284	-2278 -2288	-2282 -2292	-2286 -2296	-2290 -2300	-2294 -2304	-2298 -2308	-2302 -2312	-2306 -2316	-2310 -2320	-2314 -2324	-2318 -2328	-2322 -2332	-2326 -2336	-2330 -2340	-2334 -2344	-2338 -2348	-2342 -2352	-2346 -2356	-2350 -2360	-2354 -2364	-2358 -2368	-2362 -2372	-2366 -2376	-2370 -2380	-2374 -2384	-2378 -2388	-2382 -2392	-2386 -2396	-2390 -2400	-2394 -2404	-2398 -2408	-2402 -2412	-2406 -2416	-2410 -2420	-2414 -2424	-2418 -2428	-2422 -2432	-2426 -2436	-2430 -2440	-2434 -2444	-2438 -2448	-2442 -2452	-2446 -2456	-2450 -2460	-2454 -2464	-2458 -2468	-2462 -2472	-2466 -2476	-2470 -2480	-2474 -2484	-2478 -2488	-2482 -2492	-2486 -2496	-2490 -2500	-2494 -2504	-2498 -2508	-2502 -2512	-2506 -2516	-2510 -2520	-2514 -2524	-2518 -2528	-2522 -2532	-2526 -2536	-2530 -2540	-2534 -2544	-2538 -2548	-2542 -2552	-2546 -2556	-2550 -2560	-2554 -2564	-2558 -2568	-2562 -2572	-2566 -2576	-2570 -2580	-2574 -2584	-2578 -2588	-2582 -2592	-2586 -2596	-2590 -2600	-2594 -2604	-2598 -2608	-2602 -2612	-2606 -2616	-2610 -2620	-2614 -2624	-2618 -2628	-2622 -2632	-2626 -2636	-2630 -2640	-2634 -2644	-2638 -2648	-2642 -2652	-2646 -2656	-2650 -2660	-2654 -2664	-2658 -2668	-2662 -2672	-2666 -2676	-2670 -2680	-2674 -2684	-2678 -2688	-2682 -2692	-2686 -2696	-2690 -2700	-2694 -2704	-2698 -2708	-2702 -2712	-2706 -2716	-2710 -2720	-2714 -2724	-2718 -2728	-2722 -2732	-2726 -2736	-2730 -2740	-2734 -2744	-2738 -2748	-2742 -2752	-2746 -2756	-2750 -2760	-2754 -2764	-2758 -2768	-2762 -2772	-2766 -2776	-2770 -2780	-2774 -2784	-2778 -2788	-2782 -2792	-2786 -2796	-2790 -2800	-2794 -2804	-2798 -2808	-2802 -2812	-2806 -2816	-2810 -2820	-2814 -2824	-2818 -2828	-2822 -2832	-2826 -2836	-2830 -2840	-2834 -2844	-2838 -2848	-2842 -2852	-2846 -2856	-2850 -2860	-2854 -2864	-2858 -2868	-2862 -2872	-2866 -2876	-2870 -2880	-2874 -2884	-2878 -2888	-2882 -2892	-2886 -2896	-2890 -2900	-2894 -2904	-2898 -2908	-2902 -2912	-2906 -2916	-2910 -2920	-2914 -2924	-2918 -2928	-2922 -2932	-2926 -2936	-2930 -2940	-2934 -2944	-2938 -2948	-2942 -2952	-2946 -2956	-2950 -2960	-2954 -2964	-2958 -2968	-2962 -2972	-2966 -2976	-2970 -2980	-2974 -2984	-2978 -2988	-2982 -2992	-2986 -2996	-2990 -3000	-2994 -3004	-2998 -3008	-3002 -3012	-3006 -3016	-3010 -3020	-3014 -3024	-3018 -3028	-3022 -3032	-3026 -3036	-3030 -3040	-3034 -3044	-3038 -3048	-3042 -3052	-3046 -30