

## 常用するはめあいの寸法公差(穴) JIS B 0401 (1986) より抜粋

常用するはめあいで用いる穴の寸法許容差

基準寸法の区分(mm)	穴の公差域クラス																											単位 μm														
	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7	H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7								
—	+180	+85	+100	+34	+45	+60	+24	+28	+39	+12	+16	+20	+8	+12	+6	+10	+14	+25	+40	±3	±5	0	-6	-2	0	-2	-4	-4	-6	-10	-14	-14	-12	-16	-20	-24	-18	-20	-28	-30		
3	+140	+60	+60	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+6	+6	+6	+2	+2	0	0	0	0	0	0	±3	±5	-6	-10	-8	-12	-10	-14	-12	-16	-20	-24	-24	-20	-24	-18	-20	-28	-30			
6	+188	+100	+118	+48	+60	+78	+32	+38	+50	+18	+22	+28	+12	+16	+8	+12	+18	+30	+48	±4	±6	+2	+3	-1	-4	-3	-5	-4	-9	-8	-11	-15	-15	-15	-20	-23	-19	-24	-31	-36		
10	+208	+116	+138	+62	+76	+98	+40	+47	+61	+22	+28	+35	+14	+20	+9	+15	+22	+36	+58	±4.5	±7	+2	+5	-3	-4	-4	-7	-4	-12	-9	-13	-17	-17	-28	-28	-22	-22	-37	-43			
14	+220	+138	+165	+77	+93	+120	+50	+59	+75	+27	+34	+43	+17	+24	+11	+18	+27	+43	+70	±5.5	±9	+2	+6	-4	0	0	0	0	-5	-11	-16	-21	-21	-26	-26	-26	-26	-51	-51			
18	+244	+162	+194	+88	+117	+149	+61	+73	+92	+33	+41	+53	+20	+28	+13	+21	+33	+52	+84	±6.5	±10	+2	+6	-4	0	0	0	-7	-14	-20	-27	-27	-34	-34	-39	-39	-44	-44	-56	-56		
24	+160	+110	+110	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+7	+7	0	0	0	0	0	±8	±12	-11	-15	-17	-21	-24	-28	-31	-35	-41	-48	-48	-48	-48	-54	-54	-61	-61	-77	-77		
30	+270	+182	+220	+119	+142	+180	+75	+89	+112	+41	+50	+64	+25	+34	+16	+25	+39	+62	+100	±8	±12	+3	+7	-4	0	0	0	-8	-17	-25	-34	-34	-42	-42	-45	-45	-51	-51	-76	-76		
40	+170	+120	+120	+80	+80	+80	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+9	+9	0	0	0	0	0	±8	±12	-13	-18	-20	-25	-28	-33	-37	-42	-50	-59	-59	-64	-64	-70	-70	-86	-86	-	-		
50	+310	+214	+260	+146	+174	+220	+90	+106	+134	+49	+60	+76	+29	+40	+19	+30	+46	+74	+120	±9.5	±15	+4	+9	-5	0	0	0	-9	-26	-36	-45	-45	-51	-51	-55	-55	-61	-61	-76	-76	-	-
65	+320	+224	+270	+100	+100	+100	+60	+60	+60	+30	+30	+30	+10	+10	0	0	0	0	0	±9.5	±15	-15	-21	-24	-30	-33	-39	-45	-51	-62	-78	-78	-84	-84	-91	-91	-121	-121	-	-		
80	+360	+257	+310	+174	+207	+260	+107	+126	+159	+58	+71	+90	+34	+47	+22	+35	+54	+87	+140	±11	±17	+4	+10	-6	0	0	0	-10	-30	-41	-52	-52	-59	-59	-66	-66	-78	-78	-111	-111	-	-
100	+380	+267	+320	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+36	+36	+36	+12	+12	0	0	0	0	0	±11	±17	-18	-25	-28	-35	-38	-45	-52	-59	-76	-76	-84	-84	-91	-91	-131	-131	-146	-146	-	-	
120	+420	+300	+360	+208	+245	+305	+125	+148	+185	+68	+83	+106	+39	+54	+25	+40	+63	+100	+160	±12.5	±20	+4	+12	-8	0	0	0	-12	-36	-48	-58	-58	-68	-68	-77	-77	-107	-107	-166	-166	-	-
140	+440	+310	+370	+208	+245	+305	+125	+148	+185	+68	+83	+106	+39	+54	+25	+40	+63	+100	+160	±12.5	±20	-21	-28	-33	-40	-45	-52	-61	-78	-88	-88	-98	-98	-107	-107	-147	-147	-	-			
160	+470	+330	+390	+210	+245	+305	+145	+185	+225	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46	+72	+115	+185	±14.5	±23	+4	+13	-8	0	0	0	-14	-41	-50	-60	-60	-70	-70	-77	-77	-107	-107	-166	-166	-	-
180	+525	+355	+425	+245	+285	+355	+146	+172	+215	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46	+72	+115	+185	±14.5	±23	-24	-33	-37	-46	-51	-60	-70	-88	-106	-106	-113	-113	-125	-125	-159	-159	-	-			
200	+565	+375	+445	+245	+285	+355	+146	+172	+215	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46	+72	+115	+185	±14.5	±23	+5	+13	-8	0	0	0	-14	-41	-50	-60	-60	-70	-70	-77	-77	-107	-107	-166	-166	-	-
225	+605	+395	+465	+245	+285	+355	+146	+172	+215	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46	+72	+115	+185	±14.5	±23	-24	-33	-37	-46	-51	-60	-70	-88	-106	-106	-113	-113	-125	-125	-159	-159	-	-			
250	+690	+430	+510	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52	+81	+130	+210	±16	±26	+5	+16	-9	0	0	0	-14	-47	-56	-66	-66	-76	-76	-84	-84	-119	-119	-	-		
280	+750	+460	+540	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56	+56	+56	+17	+17	0	0	0	0	0	±16	±26	-27	-36	-41	-52	-57	-66	-79	-98	-113	-113	-125	-125	-130	-130	-169	-169	-	-			
315	+830	+500	+590	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57	+89	+140	+230	±18	±28	+7	+17	-10	0	0	0	-16	-51	-60	-70	-70	-80	-80	-87	-87	-119	-119	-	-		
355	+910	+540	+630	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62	+62	+62	+18	+18	0	0	0	0	0	±18	±28	-29	-40	-46	-57	-62	-73	-87	-106	-106	-113	-113	-125	-125	-159	-159	-	-				
400	+1010	+595	+690	+327	+385	+480	+198	+232	+290	+108	+131	+165	+60	+83	+40	+63	+97	+155	+250	±20	±31	+8	+18	-10	0	0	0	-17	-55	-64	-74	-74	-84	-84	-93	-93	-125	-125	-	-		
450	+1090	+635	+730	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0	0	0	0	±20	±31	-32	-45	-50	-63	-67	-80	-95	-109	-109	-121	-121	-133	-133	-171	-171	-	-				
500	+840	+480	+480	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0	0	0	0	±20	±31	+8	+18	-10	0	0	0	-17	-55	-64	-74	-74	-84	-84	-93	-93	-125	-125	-	-		

## 常用するはめあいの寸法公差(軸) JIS B 0401 (1986) より抜粋

常用するはめあいを用いる軸の寸法許容差

基準寸法の区分(mm) を越え 以下	軸の公差域クラス																				単位 μm													
	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h4※	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n5※	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6	
—	3	-140	-60	-20	-14	-14	-14	-6	-6	-6	-2	-2	0	0	0	0	0	0	±2	±3	±5	+4	+6	+6	+8	+8	+10	+12	+16	+20	+20	+24	+26	
		-165	-85	-34	-24	-24	-39	-12	-16	-20	-6	-8	-3	-4	-6	-10	-14	-25	0	0	0	0	0	0	+2	+2	+4	+6	+10	+14	—	+18	+20	
	3	-140	-70	-30	-20	-20	-20	-10	-10	-10	-4	-4	0	0	0	0	0	0	±2.5	±4	±6	+6	+9	+9	+12	+13	+16	+20	+27	+27	+31	+36	+36	
		-170	-100	-48	-30	-38	-50	-18	-22	-28	-9	-12	-4	-5	-8	-12	-18	-30	0	0	0	+1	+4	+4	+8	+8	+12	+15	+19	+23	+28	+32	+38	
	6	-150	-80	-40	-25	-25	-25	-13	-13	-13	-5	-5	0	0	0	0	0	0	±3	±4.5	±7	+7	+10	+12	+15	+16	+19	+24	+28	+32	+37	+43	+43	
		-186	-116	-62	-40	-47	-61	-22	-28	-35	-11	-14	-4	-6	-9	-15	-22	-36	0	0	0	+1	+1	+6	+6	+10	+15	+19	+23	+28	+34	+34	+45	
	10	-150	-95	-50	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-6	-6	0	0	0	0	0	0	±4	±5.5	±9	+9	+12	+15	+18	+20	+23	+29	+34	+39	+44	+40	+51	
		-193	-138	-77	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-14	-17	-5	-8	-11	-18	-27	-43	0	0	0	+1	+1	+7	+7	+12	+18	+23	+28	+33	+44	+40	+56	
	14	-160	-110	-65	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-7	-7	0	0	0	0	0	0	±4.5	±6.5	±10	+11	+15	+17	+21	+24	+28	+35	+41	+48	+54	+67	+64	+85
		-212	-162	-98	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-16	-20	-6	-9	-13	-21	-33	-52	0	0	0	+2	+2	+8	+8	+15	+22	+28	+35	+44	+54	+77	+77	+94
	18	-170	-120	-80	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-9	-9	0	0	0	0	0	0	±5.5	±8	±12	+13	+18	+20	+25	+28	+33	+42	+50	+59	+64	+76	+76	+106
		-232	-182	-119	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-7	-11	-16	-25	-39	-62	0	0	0	+2	+2	+9	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+64	+86	+86	+121
	30	-180	-130	-80	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-9	-9	0	0	0	0	0	0	±5.5	±8	±12	+13	+18	+20	+25	+28	+33	+42	+50	+59	+64	+76	+76	+106
		-242	-192	-119	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-7	-11	-16	-25	-39	-62	0	0	0	+2	+2	+9	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+64	+86	+86	+121
	40	-190	-140	-100	-60	-60	-60	-30	-30	-30	-10	-10	0	0	0	0	0	0	±6.5	±9.5	±15	+15	+21	+24	+30	+33	+39	+51	+60	+72	+85	+106	+106	+144
		-264	-214	-140	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-8	-13	-19	-30	-46	-74	0	0	0	+2	+2	+11	+11	+20	+32	+42	+53	+66	+87	+87	+124	+124
	50	-200	-150	-100	-70	-70	-70	-40	-40	-40	-12	-12	0	0	0	0	0	0	±7.5	±11	±17	+18	+25	+28	+35	+38	+45	+59	+73	+89	+113	+146	+146	+194
		-274	-224	-140	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-8	-13	-19	-30	-46	-74	0	0	0	+3	+3	+13	+13	+23	+37	+47	+61	+77	+101	+126	+166	+166
	65	-220	-170	-120	-80	-80	-80	-50	-50	-50	-12	-12	0	0	0	0	0	0	±7.5	±11	±17	+18	+25	+28	+35	+38	+45	+59	+73	+89	+113	+146	+146	+194
		-307	-257	-170	-110	-126	-159	-58	-71	-90	-27	-34	-10	-15	-22	-35	-54	-87	0	0	0	+3	+3	+13	+13	+23	+37	+47	+61	+77	+101	+126	+166	+166
	80	-240	-190	-140	-100	-100	-100	-60	-60	-60	-12	-12	0	0	0	0	0	0	±7.5	±11	±17	+18	+25	+28	+35	+38	+45	+59	+73	+89	+113	+146	+146	+194
		-327	-267	-170	-110	-126	-159	-58	-71	-90	-27	-34	-10	-15	-22	-35	-54	-87	0	0	0	+3	+3	+13	+13	+23	+37	+47	+61	+77	+101	+126	+166	+166
	100	-260	-210	-160	-120	-120	-120	-80	-80	-80	-12	-12	0	0	0	0	0	0	±7.5	±11	±17	+18	+25	+28	+35	+38	+45	+59	+73	+89	+113	+146	+146	+194
		-360	-300	-200	-140	-158	-198	-68	-83	-106	-32	-39	-12	-18	-25	-40	-63	-100	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	120	-280	-230	-180	-140	-140	-140	-100	-100	-100	-14	-14	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-410	-350	-250	-190	-210	-250	-88	-108	-137	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	140	-300	-250	-200	-160	-160	-160	-120	-120	-120	-14	-14	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-455	-395	-290	-230	-250	-290	-108	-137	-172	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	160	-320	-270	-220	-180	-180	-180	-140	-140	-140	-15	-15	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-495	-435	-330	-270	-290	-330	-128	-158	-198	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	180	-340	-290	-240	-200	-200	-200	-160	-160	-160	-15	-15	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-535	-475	-370	-310	-330	-370	-148	-178	-228	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	200	-360	-310	-260	-220	-220	-220	-180	-180	-180	-15	-15	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-585	-525	-420	-360	-380	-420	-168	-208	-258	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	225	-380	-330	-280	-240	-240	-240	-200	-200	-200	-15	-15	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-535	-475	-370	-310	-330	-370	-148	-178	-228	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	250	-400	-350	-300	-260	-260	-260	-220	-220	-220	-17	-17	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-585	-525	-420	-360	-380	-420	-168	-208	-258	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	280	-420	-370	-320	-280	-280	-280	-240	-240	-240	-17	-17	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-670	-610	-510	-450	-470	-510	-208	-248	-298	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	315	-440	-390	-340	-300	-300	-300	-260	-260	-260	-17	-17	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-610	-550	-450	-400	-420	-460	-228	-268	-318	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	355	-460	-410	-360	-320	-320	-320	-280	-280	-280	-18	-18	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-740	-680	-580	-530	-550	-590	-248	-288	-338	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	400	-480	-430	-380	-340	-340	-340	-300	-300	-300	-17	-17	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-660	-600	-500	-450	-470	-510	-208	-248	-298	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53	+63	+82	+102	+122	+144	+144
	450	-500	-450	-400	-360	-360	-360	-320	-320	-320	-18	-18	0	0	0	0	0	0	±9	±12.5	±20	+21	+28	+33	+40	+43	+52	+68	+82	+102	+122	+144	+144	+194
		-915	-855	-755	-705	-725	-765	-268	-308	-358	-40	-49	-14	-20	-29	-46	-72	-115	0	0	0	+3	+3	+15	+15	+27	+43	+53						

		H6	H7	H8	H9	適 用 部 分	機 能 上 の 分 類	適 用 例
部品を相対的に動かし得る	緩合				c9	特に大きいすき間があってもよいか、又はすき間が必要な動く部分。組立てを容易にするためにすき間を大きくしてよい部分。高温時にも適当なすき間を必要とする部分。	機能上大きいすき間が必要な部分 — 膨張する。位置誤差が大きい。 — はめあい長さが長い。 コストを低減させたい。 — 製作コスト — 保守コスト	ピストンリングとリング溝ゆるい止めピンのはめあい クランクウェブとピン軸受 (側面) 排気弁弁箱とはね受けしゅう動部 ピストンリングとリング溝 排気弁弁座のはめあい クランク軸用主軸受 一般しゅう動部 ストリップボルト (e9)
	軽転合		d9	e9	d9	大きいすき間があってもよいか、あるいはすき間が必要な動く部分。 やや大きなすき間があってもよいか、あるいはすき間が必要な動く部分。 やや大きなすき間で、良い潤滑が必要。 高温・高速・高負荷の軸受部 (高度の強制潤滑)。		
部品を相対的に動かし得ない	転合	f6	f7	f7	f8	適当なすき間があつて運動のできるはめあい (上質のはめあい)。 グリートス・油潤滑の一般常温軸受部。	ほとんどのガタのない精密な運動が要求される部分。	リング装置ピンとレバー (精密) キーとキー溝 精密な制御弁棒
	精転合	g5	g6			軽荷重の精密機器の連続回転部分。 すき間の小さい運動のできるはめあい (スピコット、位置ぎめ)。 精密なしゅう動部分。		
	滑合	h5	h6	h7	h8	潤滑剤を使用すれば手で動かせるはめあわせ (上質の位置ぎめ)。 特に精密なしゅう動部分。 重要でない静止部分。	はめあいの結合力だけでは、力を伝達することができない。	リムとボスのはめあい ノックピン (h7) 精密な歯車装置の歯車のはめあい
	押込	h5	h6	js6		わずかなしろがあつてもよい取付け部分。 使用中互いに動かないようにする高精度の位置ぎめ。 木・鉛ハンマで組立・分解のできる程度のはめあい。		
	打込	js5	k6			組立・分解に鉄ハンマ・ハンドプレスを使用する程度のはめあい (部品相互間の回転防止にはキーが必要)。 高精度の位置ぎめ。	小さい力ならはめあいの結合力で伝達できる。	歯車ポンプ軸受とケーシングとの固定 リーマボルト
		k5	m6			組立・分解については上記に同じ。 少しのすき間も許されない高精度な位置ぎめ。		
	軽圧入	m5	n6			組立・分解に相当な力を要するはめあわせ。 高精度の固定取付 (大トルクの伝動にはキーが必要)。	はめあいの結合力で伝達できる。	高精度はめ込み、パンチ等 (m5) 吸入弁、弁案内挿入 ダイ等 (m5)
	圧入	n5	p6			組立・分解に大きな力を要するはめあい (大トルクの伝動にはキーが必要)。 ただし、非鉄部品どうしの場合には圧入力は軽圧入程度となる。 鉄と鉄、青銅と銅との標準的圧入固定。		
	強圧入	p5	r6			組立・分解については上に同じ。 大寸法の部品では焼ばめ、冷しばめ、強圧入となる。	はめあいの結合力で相当な力を伝達することができず、困難。	継手と軸
	焼ばめ冷しばめ	r5	s6	t6	u6	相互にしつかりと固定され、組立には焼ばめ、冷しばめ、強圧入を必要とし分解することのない永久的結合となる。軽合金の場合には圧入程度となる。		
		x6				駆動歯車リムとボスとの固定 軸受ブッシュはめ込み固定		

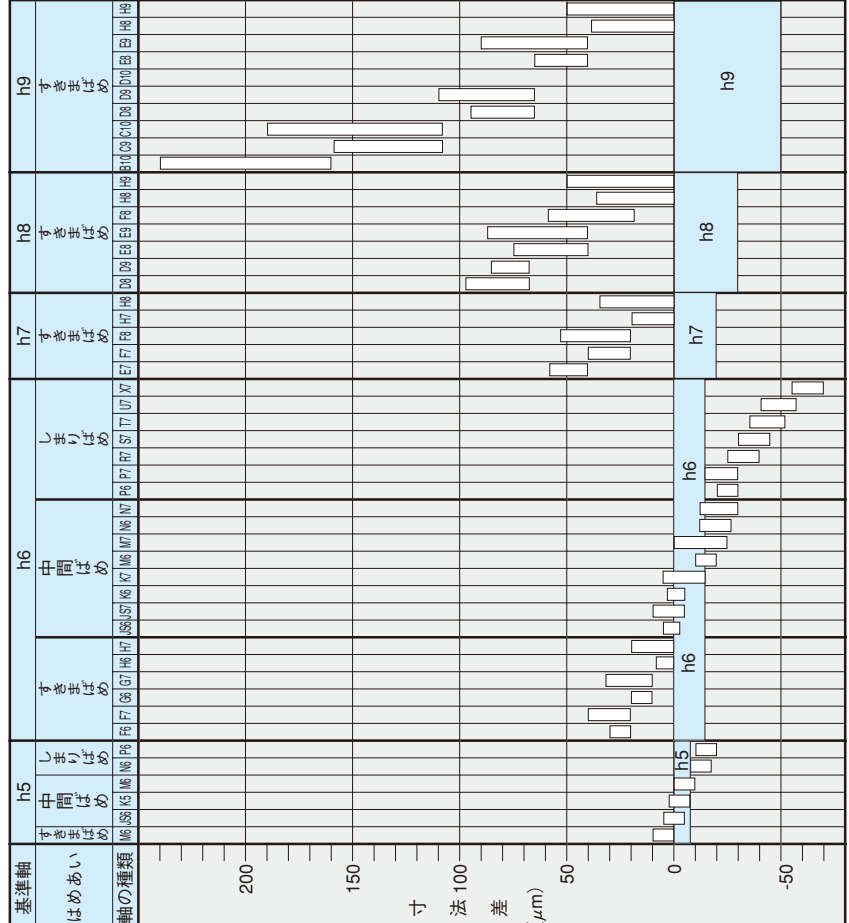
## 寸法公差及びはめあい

常用する軸基準はめあい

基準軸	軸の公差域クラス					
	すきまばめ		中間ばめ		しまりばめ	
h 5			H6	JS6	K6	M6
h 6			F6	G6	H6	M6
h 7			E7	F7	G7	M7
h 8			D8	E8	F8	H8
h 9			D9	E9	F9	H9
			C9	D9	E9	H9
			B10	C10	D10	

[注]\*これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

常用する軸基準はめあいにおける公差域の相互関係



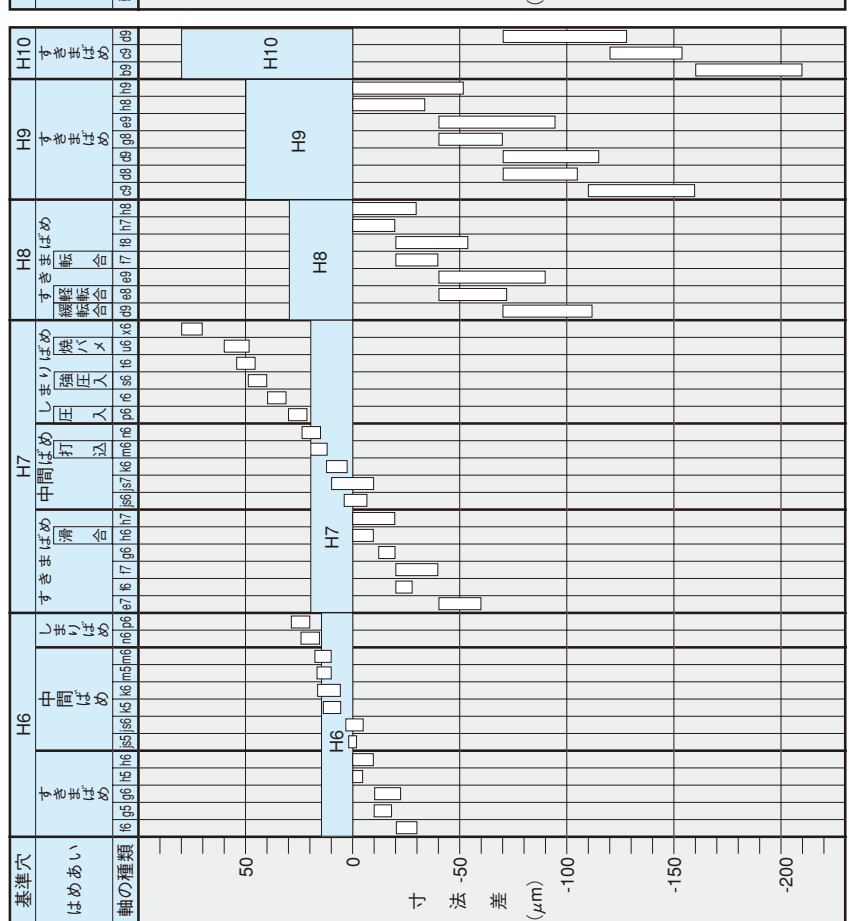
\* 上表は基準寸法 18 mm を越え 30 mm 以下の場合です。

常用する穴基準はめあい

基準穴	軸の公差域クラス					
	すきまばめ		中間ばめ		しまりばめ	
H 6			js5	k5	m5	
H 7			js6	k6	m6	
H 8			js7	k7	m7	
H 9			js8	k8	m8	
H 10			js9	k9	m9	

[注]\*これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

常用する穴基準はめあいにおける公差域の相互関係



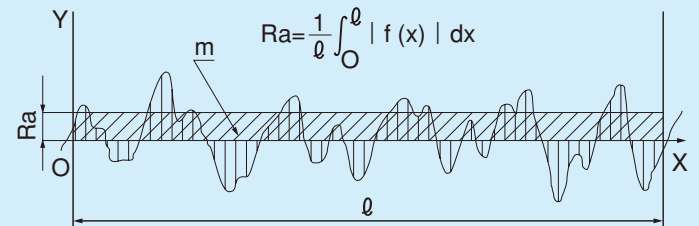
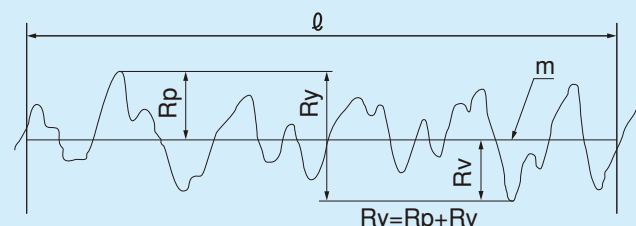
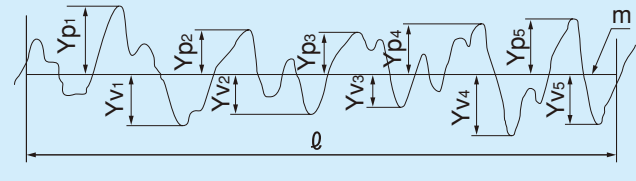
\* 上表は基準寸法 18 mm を越え 30 mm 以下の場合です。

### 1. 表面粗さの種類

工業製品の表面粗さを表すパラメータとして、算術平均粗さ (Ra)、最大高さ (Ry)、十点平均粗さ (Rz)、凹凸の平均間隔 (Sm)、局部山頂の平均間隔 (S) 及び負荷長さ率 (tp) の定義並びに表示について規定されており、表面粗さは、対象物の表面からランダムに抜き取った各部分におけるそれぞれの算術平均値である。

[中心線平均粗さ (Ra75) は、JIS B 0031・JIS B 0061 の付属書で定義されている。]

表1 代表的な表面粗さの求め方

<p><b>算術平均粗さ Ra</b></p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線の方向に X 軸を、縦倍率の方向に Y 軸を取り、粗さ曲線を <math>y=f(x)</math> で表したときに、次の式によって求められる値をマイクロメートル (<math>\mu\text{m}</math>) で表したものをいう。</p>	
<p><b>最大高さ Ry</b></p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を粗さ曲線の縦倍率の方向に測定し、この値をマイクロメートル (<math>\mu\text{m}</math>) で表したものをいう。</p> <p>備考 Ry を求める場合は、きずとみなされるような並はずれて高い山及び低い谷がない部分から、基準長さだけを抜き取る。</p>	
<p><b>十点平均粗さ Rz</b></p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高 (Yp) の絶対値の平均値と、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高 (Yv) の絶対値の平均値との和を求め、この値をマイクロメートル (<math>\mu\text{m}</math>) で表したものをいう。</p>	 <p><math display="block">Rz = \frac{ Y_{p1}+Y_{p2}+Y_{p3}+Y_{p4}+Y_{p5}  +  Y_{v1}+Y_{v2}+Y_{v3}+Y_{v4}+Y_{v5} }{5}</math></p> <p>Yp1、Yp2、Yp3、Yp4、Yp5: 基準の長さ <math>l</math> に対する抜き取り部分の、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高              Yv1、Yv2、Yv3、Yv4、Yv5: 基準の長さ <math>l</math> に対する抜き取り部分の、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高</p>

### 参考 算術平均粗さ (Ra) と従来の表記の関係

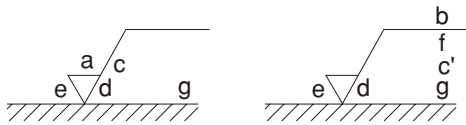
算術平均粗さ Ra			最大高さ Ry	十点平均粗さ Rz	Ry・Rz の基準長さ $l$ (mm)	従来の仕上げ記号
標準数列	カットオフ値 $\lambda_c$ (mm)	面の肌の図示	標準数列			
0.012a	0.08	0.012 $\sqrt{\quad}$ / ~ 0.2 $\sqrt{\quad}$	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025a			0.1 s	0.1 z		
0.05 a			0.2 s	0.2 z		
0.1 a			0.4 s	0.4 z	0.25	
0.2 a			0.8 s	0.8 z		
0.4 a	0.8	0.4 $\sqrt{\quad}$ / ~ 1.6 $\sqrt{\quad}$	1.6 s	1.6 z	0.8	▽▽▽
0.8 a			3.2 s	3.2 z		
1.6 a			6.3 s	6.3 z		
3.2 a	0.25	3.2 $\sqrt{\quad}$ / ~ 6.3 $\sqrt{\quad}$	12.5 s	12.5 z	0.25	▽▽
6.3 a			25 s	25 z		
12.5 a	8	12.5 $\sqrt{\quad}$ / ~ 25 $\sqrt{\quad}$	50 s	50 z	8	▽
25 a			100 s	100 z		
50 a			200 s	200 z		
100 a	—	50 $\sqrt{\quad}$ / ~ 100 $\sqrt{\quad}$	400 s	400 z	—	~

## 製図一面の肌の図示方法 JIS Z B0031 (1994) より抜粋

### 1. 面の指示記号に対する各指示記号の位置

面の肌に関する指示記号は、面の指示記号に対し、表面粗さの値、カットオフ値又は基準長さ、加工方法、筋目方向の記号、表面うねりなどを図 16 で示す位置に配置して表す。

図 7 各指示記号の記入位置

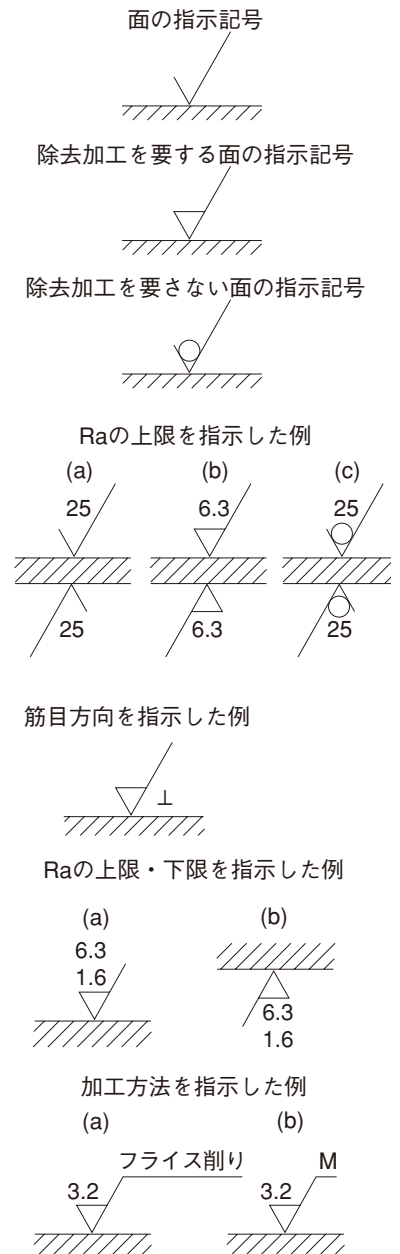


- a : Ra の値
  - b : 加工方法
  - c : カットオフ値・評価長さ
  - c' : 基準長さ・評価長さ
  - d : 筋目方向の記号
  - f : Ra 以外のパラメータ  
(tp のときは、パラメータ/切断レベル)
  - g : 表面うねり (JIS B 0610 による)
- 備考 a 又は f 以外は、必要に応じて記入する。

参考 図 7 の e の箇所に、ISO、1302 では仕上げ代を記入することになっている。

記号	意味	説明図
=	加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に平行 例 形削り面	
⊥	加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に直角 例 形削り面(横から見る状態)施削、円筒研削面	
×	加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に斜めで2方向に交差 例 ホーニング仕上げ面	
M	加工による刃物の筋目が多方向に交差又は無方向 例 ラップ仕上げ面、超仕上げ面、横送りをかけた正面フライスまたはエンドミル削り面	
C	加工による刃物の筋目が記号を記入した面の中心に対してほぼ同心円状 例 面削り面	
R	加工による刃物の筋目が記号を記入した面の中心に対して、ほぼ放射状	

### ■面の肌の図示例





## 形状及び位置の精度

### ■形状及び位置の精度の種類とその図記号

種	類	図記号	定 義
形状に関するもの	真 直 度	—	直線部分の幾何学的直線からの狂いの大きさ
	平 面 度		平面部分の幾何学的平面からの狂いの大きさ
	真 円 度	○	円形部分の幾何学的円からの狂いの大きさ
	円 筒 度		円筒部分の幾何学的円筒からの狂いの大きさ
	線の輪郭度	⤿	理論的に正確な寸法によって定められた幾何学的輪郭からの線の輪郭の狂いの大きさ
	面の輪郭度	⤿	理論的に正確な寸法によって定められた幾何学的輪郭からの面の輪郭の狂いの大きさ
方向に関するもの	平 行 度	//	平行であるべき直線、平面の組合せにおいてその一方を基準とし、これに対して理論的に平行な幾何学的直線又は平面からの他方の直線、平面部分の狂いの大きさ
	直 角 度	⊥	直角であるべき直線、平面の組合せにおいてその一方を基準とし、これに対して直角な直線又は平面からの他方の直線、平面部分の狂いの大きさ
	傾 斜 度	∠	理論的に正確な角度を持つべき直線、平面の組合せにおいてその一方を基準とし、これに対して理論的に正確な角度を持つ直線又は平面からの他方の直線又は平面部分の狂いの大きさ
位置に関するもの	位 置 度	⊕	点、直線、平面部分の基準とする部分又は他の部分に関連して定められた理論的に正確な位置からの狂いの大きさ
	同 軸 度	◎	基準軸線と同一直線上にあるべき軸線の基準軸線からの狂いの大きさ
	対 称 度	≡	基準軸線又は基準中心平面に関して互に対称であるべき部分の対称位置からの狂いの大きさ
振れに関するもの	振 れ		基準軸線のまわりに機械部品を回転したとき固定点に関してその表面が指定された方向に変位する大きさ

## 各種加工法による粗さの範囲

算術平均粗さ Ra		0.025	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100		
従来の粗さ表記	最大高さ Rmax	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.3	12.5	25	50	100	200	400		
		-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S	-S		
	基準長さの標準値 (mm)	0.25				0.8				2.5			8		25	
	仕上げ記号	▽▽▽▽				▽▽▽				▽▽			▽		-	
加工品	鍛造									精密						
	鑄造									精密						
	ダイカスト															
	熱間圧延															
	冷間圧延															
	引抜き															
	押出し															
	タンブリング															
	砂吹き															
	転造															
	正面フライス削り								精密							
	平削り															
	彫削 (立削りを含む)															
	フライス削り								精密							
	精密中ぐり															
	ヤスリ仕上								精密							
	丸削り				精密			上		中				荒		
	中ぐり								精密							
	きりもみ															
	リーマ通し								精密							
	ブローチ削り								精密							
	シェービング															
	研削				精密	上		中						荒		
	ホーン仕上				精密											
	超仕上		精密													
	バフ仕上				精密											
ペーパ仕上				精密												
ラップ仕上		精密														
液体ホーニング				精密												
バニシ仕上																
ローラ仕上																
放電型彫																
ワイヤーカット放電																
化学研磨								精密								
電解研磨			精密													



## プレス用鋼ブランド対照表

分類	国際規格関連鋼種			使用時硬さ H <sub>R</sub> C
	JIS	AISI	DIN	
炭素工具鋼	SK3	W1-10	C105W1	58~61
合金工具鋼	SKS3			55~62
	SKD1	D3	X210Cr12	
	SKD11	D2		
	SKD12	A2		40~50
	SKD61	H13	X40CrMoV51	
	SKD62	H12		
	SKT4		55NiCrMoV6	
高速度工具鋼	SKH51	M2	S6-5-2	55~63
	SKH55		S6-2-5	57~65
	SKH57		S10-4-3-10	55~68
				57~68
				57~62
				56~62
				57~66
粉末ハイス鋼				58~66
				65~68
				64~68
				66~69
				69~72
プリハードン鋼	S50C系			(14)
	SCM440系			25~30
	SNCM系	P20		30~33
	SKT4系			36~42
	SKD61系			
	析出硬化系	P21		

鋼材メーカー及びブランド名						
日立金属	大同特殊鋼	ウツデホルム	神戸製鋼所	愛知製鋼	日本高周波	住友金属工業
YC3	YK3			SK3	K3	
SGT	GOA			SKS3	KS3	
CRD	DC1			SKD1	KD1	
SLD	DC11	SVERKER21		SKD11	KD11	
SCD	DC12	RIGOR		SKD12	KD12	
DAC	DHA1		KTD2	SKD61	KDA	
DBC	DH62		KTD3	SKD62	KDB	
DM	GFA GF4		KTH3		KTV	
YXM1	MH51					
YXM4	MH55				H51	
XVC5	MH57				HM35	
	MH8				MV10	
	MH24					
	MH25					
YXR3						
YXR4						
YXM60						
HAP10	DEX20	ASP23	KHA32			
HAP20						
HAP40	DEX40	ASP30	KHA30			
HAP50	DEX60	ASP60	KHA60			
HAP72	DEX80					
HIT81	PDS1		KTSM2A	AUK1	KPM1	SD17
			KTSM21			SD30
HIT82	PDS3		KTSM3A	AUK11	KPM2	SD61
			KTSM31		KPM2S	SD80
HPM2	PDS5	HOLDAX	KTSM3M			
HPM17		IMPAX				SD100
			KTSM4			
FDAC	DH2F		KTSM41		KDAS	
HPM1	NAK55				KAP	
HPM50	NAK80		KTSM40E			

## 焼入れ及び硬さ試験法の種類

### ■ 鉄鋼材料の熱処理

名称	ビッカース硬さ (HV)	焼き入れ深さ (mm)	歪み	処理できる材質	代表的材質	備考
ズブ焼き入れ	750以下	全体	材料によって異なる	高炭素鋼 C>0.45%	SKS3 SKS21 SUJ2 SKH51 SKS93 SK4 S45C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・曲がりやすい</li> <li>・精密部品には使用しない方がよい</li> <li>・衝撃に弱く割れやすい</li> <li>脆性 大 じん性 小</li> </ul>
浸炭焼き入れ	750以下	標準0.5 最大2	中	低炭素鋼 C<0.3%	SCM415 SNCM220	<ul style="list-style-type: none"> <li>・部分焼き入れ可</li> <li>・焼き入れ深さを図面に指示すること</li> <li>・精密部品に適する</li> </ul>
高周波焼き入れ	500以下	1~2	大	中炭素鋼 C0.3~0.5%	S45C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・部分焼き入れ可</li> <li>・内部は生なのでねばりを持つ</li> <li>・少量ではコスト高</li> <li>・耐疲労性に優れる</li> </ul>
窒化焼き入れ	900~1000	0.1~0.2	小	窒化鋼	SACM645	<ul style="list-style-type: none"> <li>・寸法狂いが少なく仕上げ後深さの浅いものはドリルなどがたつ(除去可)</li> <li>・精密部品に適する</li> <li>・摺動面に適する</li> <li>表面処理的焼入れ</li> </ul>

### ■ 硬さ試験法の種類とその適用部品

硬度を計る測定器は色々な種類があります。種類によって向き不向きがありますので、用途を考えてしっかり選択する必要があります。

試験器	原理
1. ブリネル硬さ (HB)	鉄玉圧子を押し込んで、永久くぼみの大きさから表面積を算出し評価します。大きい力とくぼみも大きくつくので小さいものや薄いものは適しません。鋳物や鍛造品など、組織のムラがあるものに大きい圧子は均一に当たり向いています。
2. ロックウェル硬さ (HRC)	最も一般的な評価方法です。そのため圧子の種類も多く選択が必要です。(12種類) 一度押し込みをしてその後、その位置から押し込んだ深さで評価します。よって表面の硬化層は軽減されます。比較的測定圧力が大きいので、薄いものには不向きです。
3. ショア硬さ (HS)	試験片に対して一定の高さからハンマーを落下させて、そのはね返りの高さから評価をします。 小型で軽量の試験器なので簡易検査や大型の試験片に向きます。試験片に影響されやすいので薄めのものや柔らかいものには向きません。
4. ビッカース硬さ (HV)	ダイヤモンド四角錐圧子を押し込み、くぼみの対角線から表面積を算出し評価します。 試験力の選定により大きいものから小さく薄いものまで幅広く使えます。 特に焼き入れ層や組織の一部など微細な部品を計るのに優れています。

## 硬さ換算表 (SAE J417) \* 1983年改訂 (アメリカ自動車技術者協会)

### 鋼のロックウェル C 硬さに対する近似的換算値 (1)

(HRC) ロック ウェル Cスケ ール 硬さ (3)	(HV) ビッカ ース 硬さ	ブリネル硬さ (HB) 10mm球 荷重3000kgf		ロックウェル硬さ (3)			ロックウェルスーパーフィシャル硬さ ダイヤモンド円錐圧子			(HS) シ ョ ア 硬さ	引張強さ (近似値) MPa (kgf/mm <sup>2</sup> ) (2)	ロック ウェルC スケール 硬さ (3)
		標準球	タング ステン カーバ イト球	(HRA) Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド 円錐圧子	(HRB) Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in) 球	(HRD) Dスケール 荷重100kgf ダイヤモンド 円錐圧子	15-N スケール 荷重15kgf	30-N スケール 荷重30kgf	45-N スケール 荷重45kgf			
68	940	—	—	85.6	—	76.9	93.2	84.4	75.4	97	—	68
67	900	—	—	85.0	—	76.1	92.9	83.6	74.2	95	—	67
66	865	—	—	84.5	—	75.4	92.5	82.8	73.3	92	—	66
65	832	—	(739)	83.9	—	74.5	92.2	81.9	72.0	91	—	65
64	800	—	(722)	83.4	—	73.8	91.8	81.1	71.0	88	—	64
63	772	—	(705)	82.8	—	73.0	91.4	80.1	69.9	87	—	63
62	746	—	(688)	82.3	—	72.2	91.1	79.3	68.8	85	—	62
61	720	—	(670)	81.8	—	71.5	90.7	78.4	67.7	83	—	61
60	697	—	(654)	81.2	—	70.7	90.2	77.5	66.6	81	—	60
59	674	—	(634)	80.7	—	69.9	89.8	76.6	65.5	80	—	59
58	653	—	615	80.1	—	69.2	89.3	75.7	64.3	78	—	58
57	633	—	595	79.6	—	68.5	88.9	74.8	63.2	76	—	57
56	613	—	577	79.0	—	67.7	88.3	73.9	62.0	75	—	56
55	595	—	560	78.5	—	66.9	87.9	73.0	60.9	74	2075 (212)	55
54	577	—	543	78.0	—	66.1	87.4	72.0	59.8	72	2015 (205)	54
53	560	—	525	77.4	—	65.4	86.9	71.2	58.6	71	1950 (199)	53
52	544	(500)	512	76.8	—	64.6	86.4	70.2	57.4	69	1880 (192)	52
51	528	(487)	496	76.3	—	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1820 (186)	51
50	513	(475)	481	75.9	—	63.1	85.5	68.5	55.0	67	1760 (179)	50
49	498	(464)	469	75.2	—	62.1	85.0	67.6	53.8	66	1695 (173)	49
48	484	451	455	74.7	—	61.4	84.5	66.7	52.5	64	1635 (167)	48
47	471	442	443	74.1	—	60.8	83.9	65.8	51.4	63	1580 (161)	47
46	458	432	432	73.6	—	60.0	83.5	64.8	50.3	62	1530 (156)	46
45	446	421	421	73.1	—	59.2	83.0	64.0	49.0	60	1480 (151)	45
44	434	409	409	72.5	—	58.5	82.5	63.1	47.8	58	1435 (146)	44
43	423	400	400	72.0	—	57.7	82.0	62.2	46.7	57	1385 (141)	43
42	412	390	390	71.5	—	56.9	81.5	61.3	45.5	56	1340 (136)	42
41	402	381	381	70.9	—	56.2	80.9	60.4	44.3	55	1295 (132)	41
40	392	371	371	70.4	—	55.4	80.4	59.5	43.1	54	1250 (127)	40
39	382	362	362	69.9	—	54.6	79.9	58.6	41.9	52	1215 (124)	39
38	372	353	353	69.4	—	53.8	79.4	57.7	40.8	51	1180 (120)	38
37	363	344	344	68.9	—	53.1	78.8	56.8	39.6	50	1160 (118)	37
36	354	336	336	68.4	(109.0)	52.3	78.3	55.9	38.4	49	1115 (114)	36
35	345	327	327	67.9	(108.5)	51.5	77.7	55.0	37.2	48	1080 (110)	35
34	336	319	319	67.4	(108.0)	50.8	77.2	54.2	36.1	47	1055 (108)	34
33	327	311	311	66.8	(107.5)	50.0	76.6	53.3	34.9	46	1025 (105)	33
32	318	301	301	66.3	(107.0)	49.2	76.1	52.1	33.7	44	1000 (102)	32
31	310	294	294	65.8	(106.0)	48.4	75.6	51.3	32.5	43	980 (100)	31
30	302	286	286	65.3	(105.5)	47.7	75.0	50.4	31.3	42	950 (97)	30
29	294	279	279	64.7	(104.5)	47.0	74.5	49.5	30.1	41	930 (95)	29
28	286	271	271	64.3	(104.0)	46.1	73.9	48.6	28.9	41	910 (93)	28
27	279	264	264	63.8	(103.0)	45.2	73.3	47.7	27.8	40	880 (90)	27
26	272	258	258	63.3	(102.5)	44.6	72.8	46.8	26.7	38	860 (88)	26
25	266	253	253	62.8	(101.5)	43.8	72.2	45.9	25.5	38	840 (86)	25
24	260	247	247	62.4	(101.0)	43.1	71.6	45.0	24.3	37	825 (84)	24
23	254	243	243	62.0	100.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36	805 (82)	23
22	248	237	237	61.5	99.0	41.6	70.5	43.2	22.0	35	785 (80)	22
21	243	231	231	61.0	98.5	40.9	69.9	42.3	20.7	35	770 (79)	21
20	238	226	226	60.5	97.8	40.1	69.4	41.5	19.6	34	760 (77)	20
(18)	230	219	219	—	96.7	—	—	—	—	33	730 (75)	(18)
(16)	222	212	212	—	95.5	—	—	—	—	32	705 (72)	(16)
(14)	213	203	203	—	93.9	—	—	—	—	31	675 (69)	(14)
(12)	204	194	194	—	92.3	—	—	—	—	29	650 (66)	(12)
(10)	196	187	187	—	90.7	—	—	—	—	28	620 (63)	(10)
(8)	188	179	179	—	89.5	—	—	—	—	27	600 (61)	(8)
(6)	180	171	171	—	87.1	—	—	—	—	26	580 (59)	(6)
(4)	173	165	165	—	85.5	—	—	—	—	25	550 (56)	(4)
(2)	166	158	158	—	83.5	—	—	—	—	24	530 (54)	(2)
(0)	160	152	152	—	81.7	—	—	—	—	24	515 (53)	(0)

注 (1) 青色の数字は、ASTM E 140 表 1 による (SAE・ASM・ASTM が合同で調整したものである)  
 (2) 1MPa = 1N/mm<sup>2</sup> = 1/9.80665kgf/mm<sup>2</sup>  
 (3) 表中括弧 ( ) 内の数字は、あまり用いられない範囲のものであり参考として示したものである。

## 打抜き圧力の算定／パンチの設計

打抜き圧力の概算値を求めるには次式で計算される。

### ■ 丸用

$$P = r \cdot 2\pi \cdot t \cdot \tau$$

P : 打抜き圧力  
 $\tau$  : せん断抵抗 kgf/mm<sup>2</sup>  
 r : 円の半径 (mm)

$\pi$  : 円周率  
 t : 板厚 (mm)

### ■ 四角用

$$P = \tau \cdot L \cdot t$$

P : 打抜き加工力  
 $\tau$  : 引張り強さ  
 L : 打抜き周長  
 (縦×横などの外周)  
 t : 板厚

### 各種材料のせん断抵抗kg / mm<sup>2</sup>

材	料	軟質	硬質
軟	鋼板 0.1% C	25	32
軟	鋼板 0.2% C	32	40
軟	鋼板 0.3% C	36	48
軟	鋼板 0.4% C	45	56
18-8ステンレス鋼板		53	56
アルミニウム A1P3		7	9
耐食アルミニウム合金板		8	11
高力アルミニウム合金板 A3P2		13	25
黄	銅板	25	32
洋	銀	29~39	45~46
ケ	イ素鋼板	45	56
	銅	18~22	25~30
	紙 (硬質)	3	9

※  $\tau \approx 0.8 \sigma_B$  (引張り強さの約80%)

### ※ せん断抵抗値を求める式

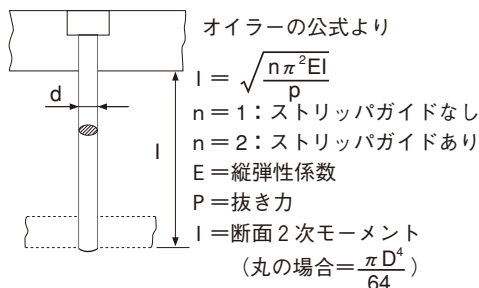
$$T = G \gamma$$

G : 横弾性係数  
 E : 縦弾性係数の約0.4  
 $\gamma$  : せん断ひずみ

### ■ パンチの設計

パンチの設計では

- ① 穴抜きは穴寸法＝パンチの寸法とする
- ② 外径抜きパンチは外径形状寸法によりクリアランス分小さくする。  
(外径寸法＝ダイ寸法とする)
- ③ パンチの全長の計算



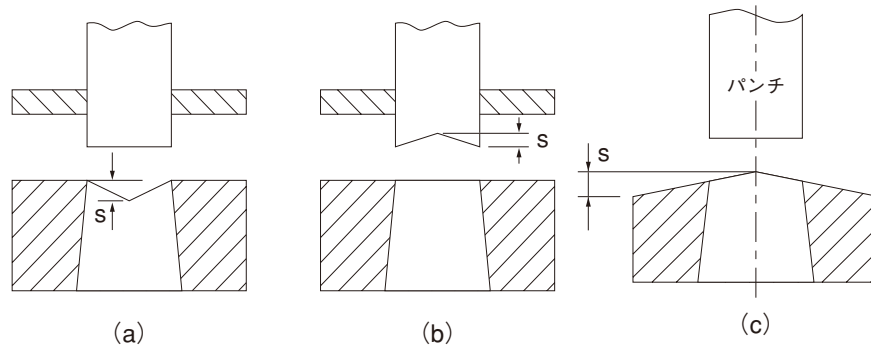
### 計算例

加工穴径 (D) :  $\phi$  2.0  
 加工材質 : SUS304 ( $\tau = 53 \text{ kgf/mm}^2$ )  
 加工板厚 (t) : 1.0

- ① 抜き力 :  $P = \pi \cdot D \cdot t \cdot \tau$   

$$= \pi \times 2 \times 1 \times 53$$
  

$$\approx 332.8 [\text{kgf}]$$
  - ② 縦弾性係数 :  $2.1 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$  とする
  - ③ 断面2次モーメント :  $I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi \times 2^4}{64} = 0.785$
- ①～③をオイラーの式に代入する。n=1とする
- $$l = \sqrt{\frac{n\pi^2 EI}{P}}$$
- $$l = \sqrt{\frac{1 \times \pi^2 \times 2.1 \times 10^4 \times 0.785}{332.8}}$$
- $$\approx 22.1 [\text{mm}]$$
- 安全率を3として  
 $22.1 \div 3 \approx 7.37 [\text{mm}]$  ←パンチ長さ



## シャール角を付けた穴抜き加工

パンチやダイにシャール角を付けた場合の打抜きせん断力は、次式によって求める事が出来ます。

$$Ps = \ell \cdot t \cdot Ks \cdot C$$

Ps = 打抜きせん断力 (kgf/mm<sup>2</sup>、N/mm<sup>2</sup>)

**単位に注意**

ℓ : 打抜く輪郭 (mm)

t : 板厚 (mm)

Ks : せん断抵抗 (kgf/mm<sup>2</sup>、N/mm<sup>2</sup>)

C : s により決まる係数

s = t の場合 c = 0.4 ~ 0.6

s = 2t の場合 c = 0.2 ~ 0.4

## ■ ダイの逃がし形状

アンギュラタイプ	ストレート付き アンギュラ	ドリルエンドミル 逃がし
板厚0.55未満 a : 6° ~ 12° 板厚0.55以上 a : 10° ~ 20°	板厚0.5 ~ 3.0 s : 2.0 ~ 8.0 b : 1° ~ 2°	板厚0.5 ~ 3.0 s : 2.0 ~ 8.0 x : 0.2 ~ 1.0

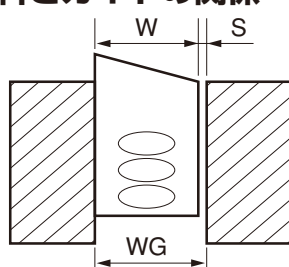
## ■ パイロットの設計

パイロットは抜きパンチより全長を 2 ~ 3 mm 長く設計します。パイロット径は穴寸法より 0.02 ~ 0.03 mm 小さく作ります。精度を必要とするものでは、0.01 mm 程度小さく作ります。(板厚のせん断面を考える。約 2/3)

## ■ ストリッピング力

ストリッピング力は抜き加工の 5% 程度の大きさです。この値を最小値と考え、ばねを選択します。製品の面精度を必要とするときは抜き加工力の 20% ~ 30% 程度のばね圧力が必要になります。

## ■ 材料とガイドの関係



$$WG = W(\max) + S$$

$$S = 0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$$

## 金属プレス加工品、金属板せん断加工品の普通公差

### 1. 金属プレス加工品の普通寸法公差 JIS B 0408 (1991)

表1 打抜きの普通寸法許容差

単位：mm

基準寸法の区分	等級		
	A級	B級	C級
6以下	±0.05	±0.1	±0.3
6を超え 30以下	±0.1	±0.2	±0.5
30を超え 120以下	±0.15	±0.3	±0.8
120を超え 400以下	±0.2	±0.5	±1.2
400を超え 1000以下	±0.3	±0.8	±2
1000を超え 2000以下	±0.5	±1.2	±3

表2 曲げ及び絞りの普通寸法許容差

単位：mm

基準寸法の区分	等級		
	A級	B級	C級
6以下	±0.1	±0.3	±0.5
6を超え 30以下	±0.2	±0.5	±1
30を超え 120以下	±0.3	±0.8	±1.5
120を超え 400以下	±0.5	±1.2	±2.5
400を超え 1000以下	±0.8	±2	±4
1000を超え 2000以下	±1.2	±3	±6

備考 A級、B級及びC級は、それぞれJIS B 0405の公差等級f、m及びbに相当する。

備考 A級、B級及びC級は、それぞれJIS B 0405の公差等級m、c及びvに相当する。

### 2. 金属板せん断加工品の普通公差 JIS B 0410 (1991)

表1 切断幅の普通寸法許容差

単位：mm

基準寸法の区分	板厚(t)の区分							
	t ≤ 1.6		1.6 < t ≤ 3		3 < t ≤ 6		6 < t ≤ 12	
	等級							
	A級	B級	A級	B級	A級	B級	A級	B級
30以下	±0.1	±0.3	—	—	—	—	—	—
30を超え 120以下	±0.2	±0.5	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	—	±1.5
120を超え 400以下	±0.3	±0.8	±0.4	±0.8	±1	±1.5	—	±2
400を超え 1000以下	±0.5	±1	±0.5	±1.2	±1.5	±2	—	±2.5
1000を超え 2000以下	±0.8	±1.5	±0.8	±2	±2	±3	—	±3
2000を超え 4000以下	±1.2	±2	±1.2	±2.5	±3	±4	—	±4

表2 真直度の普通公差

単位：mm

切断長さの呼び寸法の区分	板厚(t)の区分							
	t ≤ 1.6		1.6 < t ≤ 3		3 < t ≤ 6		6 < t ≤ 12	
	等級							
	A級	B級	A級	B級	A級	B級	A級	B級
30以下	0.1	0.2	—	—	—	—	—	—
30を超え 120以下	0.2	0.3	0.2	0.3	0.5	0.8	—	1.5
120を超え 400以下	0.3	0.5	0.3	0.5	0.8	1.5	—	2
400を超え 1000以下	0.5	0.8	0.5	1	1.5	2	—	3
1000を超え 2000以下	0.8	1.2	0.8	1.5	2	3	—	4
2000を超え 4000以下	1.2	2	1.2	2.5	3	5	—	6

表3 直角度の普通公差

単位：mm

短辺の呼び長さの区分	板厚(t)の区分					
	t ≤ 3		3 < t ≤ 6		6 < t ≤ 12	
	等級					
	A級	B級	A級	B級	A級	B級
30以下	—	—	—	—	—	—
30を超え 120以下	0.3	0.5	0.5	0.8	—	1.5
120を超え 400以下	0.8	1.2	1	1.5	—	2
400を超え 1000以下	1.5	3	2	3	—	3
1000を超え 2000以下	3	6	4	6	—	6
2000を超え 4000以下	6	10	6	10	—	10



## 加工寸法の普通許容差

### 1. 削り加工寸法の普通許容差 JIS B 0405 (1991)

面取り部分を除く長さ寸法に対する許容差

単位：mm

公差等級		基準寸法の区分							
記号	説明	0.5 <sup>(1)</sup> 以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え 30以下	30を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え 1000以下	1000を超え 2000以下	2000を超え 4000以下
		許容差							
f	精級	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	—
m	中級	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
c	粗級	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
v	極粗級	—	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8

注<sup>(1)</sup> 0.05mm未滿の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

### 2. 面取り部分の長さ寸法(かどの丸み及びかどの面取寸法)に対する許容差

単位：mm

公差等級		基準寸法の区分		
記号	説明	0.5 <sup>(1)</sup> 以上 3以下	3を超え 6以下	6を超え るもの
		許容差		
f	精級	± 0.2	± 0.5	± 1
m	中級	± 0.2	± 0.5	± 1
c	粗級	± 0.4	± 1	± 2
v	極粗級	± 0.4	± 1	± 2

注<sup>(1)</sup> 0.05mm未滿の基準寸法に対しては、その基準寸法に続けて許容差を個々に指示する。

### 3. 角度寸法の許容差

単位：mm

公差等級		対象とする角度の短い方の辺の長さ(単位mm)の区分				
記号	説明	10以下	10を超え 50以下	50を超え 120以下	120を超え 400以下	400を超え るもの
		許容差				
f	精級	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'	± 5'
m	中級	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'	± 5'
c	粗級	± 1°30'	± 1°	± 30'	± 15'	± 10'
v	極粗級	± 3°	± 2°	± 1°	± 30'	± 20'

### 4. 直角度の普通公差 JIS B 0419 (1991)

単位：mm

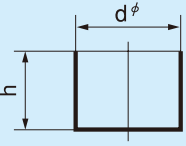
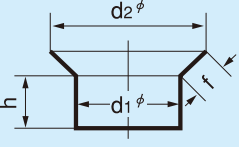
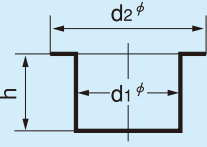
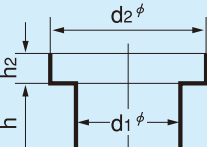
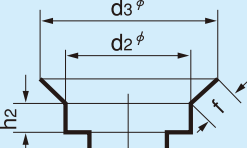
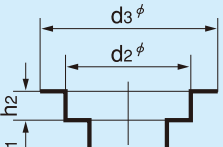
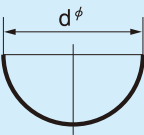
公差等級	短い方の辺の呼び長さの区分			
	100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え 3000以下
直角度公差				
H	0.2	0.3	0.4	0.5
K	0.4	0.6	0.8	1
L	0.6	1	1.5	2

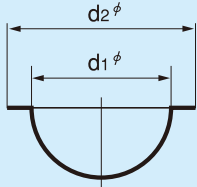
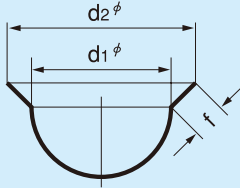
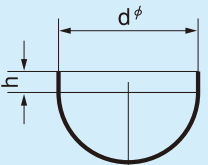
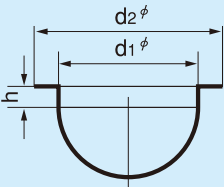
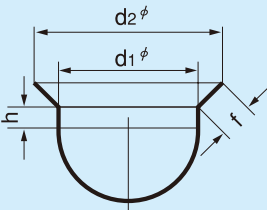
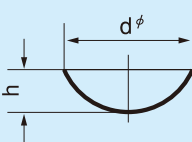
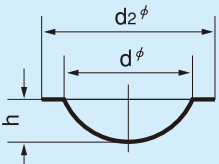
### 5. 真直度及び平面度の普通公差 JIS B 0419 (1991)

単位：mm

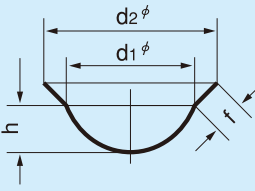
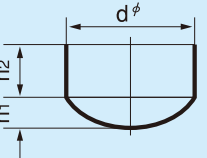
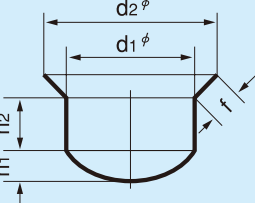
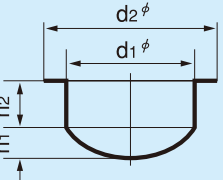
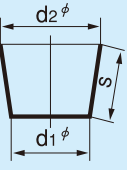
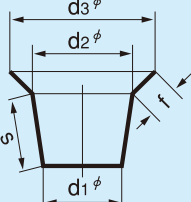
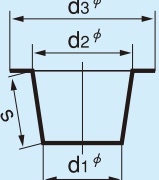
公差等級	呼び長さの区分					
	10以下	10を超え 30以下	30を超え 100以下	100を超え 300以下	300を超え 1000以下	1000を超え 3000以下
真直度公差及び平面度公差						
H	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
K	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	1.8
L	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2	1.6

## 絞り製品のblank寸法の求め方

絞り製品の形状	blank寸法の計算式 注 (A: 製品の表面積 D: blankの直径)
	$A = \frac{\pi d^2}{4} + \pi dh$ $D = \sqrt{d^2 + 4dh}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h + \pi f \frac{d_1 + d_2}{2}$ $D = \sqrt{d_1^2 + 4d_1 h + 2f(d_1 + d_2)}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h + \frac{\pi}{4} (d_2^2 + d_1^2)$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4d_1 h}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h_1 + \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) + \pi d_2 h_2$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4(d_1 h_1 + d_2 h_2)}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h_1 + \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) + \pi d_2 h_2 + \pi f \frac{d_2 + d_3}{2}$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4(d_1 h_1 + d_2 h_2) + 2f(d_2 + d_3)}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi d_1 h_1 + \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) + \pi d_2 h_2 + \frac{\pi}{4} (d_3^2 - d_2^2)$ $D = \sqrt{d_3^2 + 4(d_1 h_1 + d_2 h_2)}$
	$A = \frac{\pi d^2}{2}$ $D = \sqrt{2d^2} = 1.414d$

絞り製品の形状	ブランク寸法の計算式
	$A = \frac{\pi d_1^2}{2} + \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)$ $D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi f \frac{d_2 + d_1}{2}$ $D = 1.414 \sqrt{d_1^2 + f(d_2 + d_1)}$
	$A = \frac{\pi d^2}{2} + \pi dh$ $D = 1.414 \sqrt{d^2 + 2dh}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{2} + \pi d_1 h + \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)$ $D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + 4d_1 h}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{2} + \pi d_1 h + \pi f \frac{d_1 + d_2}{2}$ $D = 1.414 \sqrt{d_1^2 + 2d_1 h + f(d_1 + d_2)}$
	$A = \frac{\pi}{4}(d^2 - 4h^2)$ $D = \sqrt{d^2 + 4h^2}$
	$A = \frac{\pi}{4}(d_1^2 + 4h^2) + \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4h^2}$

## 絞り製品のブランク寸法の求め方

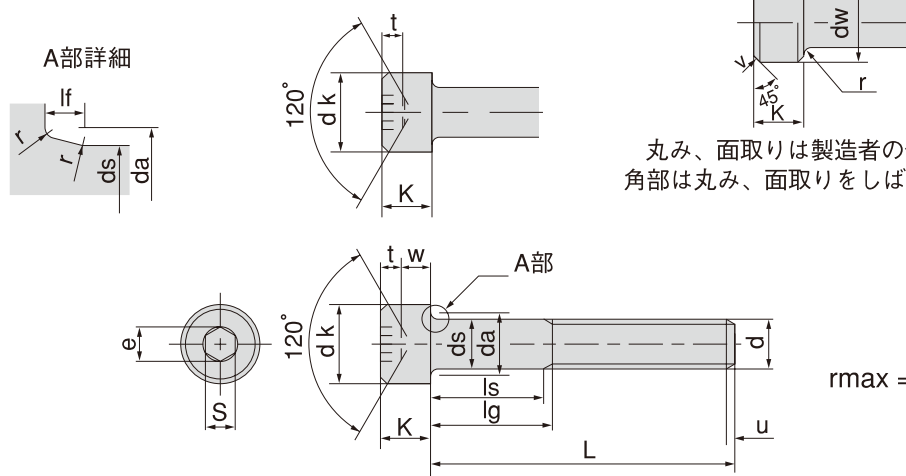
絞り製品の形状	ブランク寸法の計算式 注 (A: 製品の表面積, D: ブランクの直径)
	$A = \frac{\pi}{4} (d_1^2 + 4h^2) + \pi f \frac{d_1 + d_2}{2}$ $D = \sqrt{d_1^2 + 4h^2 + 2f(d_1 + d_2)}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d^2 + 4h_1^2) + \pi d h_2$ $D = \sqrt{d^2 + 4(h_1^2 + d h_2)}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_1^2 + 4h_1^2) + \pi d_1 h_2 + \pi f \frac{d_1 + d_2}{2}$ $D = \sqrt{d_1^2 + 4\left\{h_1^2 + d_1 d_2 + \frac{f}{2}(d_1 + d_2)\right\}}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_1^2 + 4h_1^2) + \pi d_1 h_2 + \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2)$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4(h_1^2 + d_1 h_2)}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi s \frac{d_1 + d_2}{2}$ $D = \sqrt{d_1^2 + 2s(d_1 + d_2)}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi s \frac{d_1 + d_2}{2} + \pi f \frac{d_2 + d_3}{2}$ $D = \sqrt{d_1^2 + 2\{s(d_1 + d_2) + f(d_2 + d_3)\}}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi s \frac{d_1 + d_2}{2} + \frac{\pi}{4} (d_3^2 - d_2^2)$ $D = \sqrt{d_1^2 + 2s(d_1 + d_2) + d_3^2 - d_2^2}$

絞り製品の形状	ブランク寸法の計算式
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \pi s \frac{d_1 + d_2}{2} + \pi d_2 h$ $D = \sqrt{d_1^2 + 2\{s(d_1 + d_2) + 2d_2 h\}}$
	$A = \frac{\pi d_1^2}{4} + \frac{\pi^2 h}{2} (d_1 + 1.274r)$ $= \frac{\pi}{4} (d_2 - 2h)^2 + \frac{\pi^2 r}{2} (d_2 - 0.726r)$ $D = \sqrt{d_2^2 + 2.28rd_2 - 0.56r^2}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_2 - 2r)^2 + \frac{\pi^2 r}{2} (d_2 - 0.726r) + \pi h d_2$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_2 - 2r)^2 + \frac{\pi^2 r}{2} (d_2 - 0.726r) + \pi f \frac{d_2 + d_3}{2}$ $D = \sqrt{d_2^2 + 2.28rd_2 + 2f(d_2 + d_3) - 0.56r^2}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_2 - 2r)^2 + \frac{\pi^2 r}{2} (d_2 - 0.726r) + \frac{\pi}{4} (d_3^2 - d_2^2)$ $D = \sqrt{d_3^2 + 2.28rd_2 - 0.56r^2}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_2 - 2r)^2 + \frac{\pi^2 r}{2} (d_2 - 0.726r) + \pi d_2 h$ $+ \frac{\pi}{4} (d_3^2 - d_2^2)$ $D = \sqrt{d_3^2 + 4d_2(0.57r + h) - 0.56r^2}$
	$A = \frac{\pi}{4} (d_2 - 2r)^2 + \frac{\pi^2 r}{2} (d_2 - 0.726r) + \pi d_2 h + \pi f \frac{d_3 + d_2}{2}$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4d_2(0.57r + h + \frac{f}{2}) + 2d_3 f - 0.56r^2}$
	$A = \frac{\pi}{4} d_1^2 + \pi d_1 \{h - 0.43(r_1 + r_2)\} + 0.44(r_2^2 - r_1^2)$ $D = \sqrt{d_2^2 + 4d_1 \{h - 0.43(r_1 + r_2)\} + 0.57(r_2 - r_1^2)}$

## 六角穴付きボルト JIS B 1176 (2000) より抜粋

### 各部の寸法

六角穴の底は次の形状(キリ底)でも良い。



丸み、面取りは製造者の任意  
角部は丸み、面取りをしぼり返りがあるてはならない

$$l_{max} = 1.7r_{max}$$

$$r_{max} = \frac{d_{max} - d_{smax}}{2}$$

2欄は強度区分 12.9 に適用する。

1欄はその他のものに適用する。

ねじの呼び(d) <sup>(15)</sup>	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
ねじのピッチ(P)	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3
b	参考	18	20	22	24	28	32	36	44	60
dk	最大(基準寸法)*	5.5	7	8.5	10	13	16	18	24	30
	最大**	5.68	7.22	8.72	10.22	13.27	16.27	18.27	24.33	30.33
	最小	5.32	6.78	8.28	9.78	12.73	15.73	17.73	23.67	29.67
da	最大	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2	13.7	17.7	22.4
	最小	3.2	4.2	5.2	6.2	8.2	10.2	12.7	16.7	21.4
ds	最大(基準寸法)	3	4	5	6	8	10	12	16	20
	最小	2.86	3.82	4.82	5.82	7.78	9.78	11.73	15.73	19.67
e	最小	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	16.00	19.44
lf	最大	0.51	0.60	0.60	0.68	1.02	1.02	1.45	1.45	2.04
k	最大(基準寸法)	3	4	5	6	8	10	12	16	20
	最小	2.86	3.82	4.82	5.70	7.64	9.64	11.57	15.57	19.48
r	最小	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8
s	呼び(基準寸法)	2.5	3	4	5	6	8	10	14	17
	最小	2.52	3.02	4.02	5.02	6.02	8.025	10.025	14.032	17.050
	最大 <sup>(14)</sup>	2欄	2.560	3.071	4.084	5.084	6.095	8.115	10.115	14.142
		1欄	2.580	3.080	4.095	5.140	6.140	8.175	10.175	14.212
t	最小	1.3	2	2.5	3	4	5	6	8	10
v	最大	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2.4
dw	最小	5.07	6.53	8.03	9.38	12.33	15.33	17.23	23.17	28.87
w	最小	1.15	1.4	1.9	2.3	3.3	4	4.8	6.8	10.4

### メートル並目ねじ

ねじの呼び	最小寸法 2級・3級	最大寸法	
		2級	3級
M 1 × 0.25	0.73	0.78	—
M 1.1 × 0.25	0.83	0.89	—
M 1.2 × 0.25	0.93	0.98	—
M 1.4 × 0.3	1.08	1.14	—
M 1.6 × 0.35	1.22	1.32	—
M 1.7 × 0.35	1.33	1.42	—
M 1.8 × 0.35	1.42	1.52	—
M 2 × 0.4	1.57	1.67	—
M 2.2 × 0.45	1.71	1.84	—
M 2.3 × 0.4	1.87	1.97	—
M 2.5 × 0.45	2.01	2.14	—
M 2.6 × 0.45	2.12	2.23	—
M 3 × 0.5	2.46	2.60	2.64
M 3.5 × 0.6	2.85	3.01	3.05
M 4 × 0.7	3.24	3.42	3.47

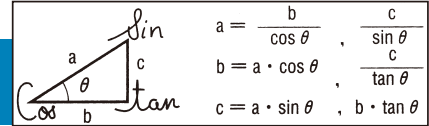
ねじの呼び	最小寸法 2級・3級	最大寸法	
		2級	3級
M 4.5 × 0.75	3.69	3.88	3.92
M 5 × 0.8	4.13	4.33	4.38
M 6 × 1	4.92	5.15	5.22
M 7 × 1	5.92	6.15	6.22
M 8 × 1.25	6.65	6.91	6.98
M 9 × 1.25	7.65	7.91	7.98
M 10 × 1.5	8.38	8.68	8.75
M 11 × 1.5	9.38	9.68	9.75
M 12 × 1.75	10.11	10.44	10.53
M 16 × 2	13.84	14.21	14.31
M 20 × 2.5	17.29	17.74	17.85
M 24 × 3	20.75	21.25	21.38

## 金型用材料の特長

鋼種	価格	加工法	焼入性	焼入硬さ(HRC)	焼入寸法変化	備考
SK	安	良	バラツキ大	57~60	材料方向に関係なく 膨張 変寸大	質量が大きい金型には 不適當 少量生産型用
SKS	安	良	バラツキ中	58~60	同上	SK と SKD の中間
HMD <sub>1</sub>	中	良	バラツキ小	58~60	材料方向に関係なく 膨張 変寸変形は小	火炎焼入鋼 使いやすい材料
SKD <sub>11</sub>	中	不良	品質安定 バラツキ小	58~62	長さ方向に膨張 径と巾方向に収縮 変寸中	材料取りに注意 プレス金型の標準的 材料
SKH <sub>9</sub>	高	不良	同上	58~62	材料方向に関係なく 膨張 変寸中	安定した性能が得られ る プレス金型に多用され る大量生産型用
HAP40	高	良	同上	64~68	材料の方向性はない 変寸小	粉末ハイス鋼 耐摩耗性、じん性大 加工性は良いが高い
超硬	高	不良	—	66~78	—	耐摩耗性、じん性大 精密大量生産金型用



## 三角関数の真数表 No.1



$\theta$ (シータ)		deg (角度) = 0° 00' ~ 11° 50' の場合				deg (角度)	
deg (角度)	分	正弦 sin $\theta$	余弦 cos $\theta$	正接 tan $\theta$	cot $\theta$		
0°	00'	.0000	1.0000	.0000	$\infty$	90° 00'	
	10	.0029	1.0000	.0029	343.77	50	
	20	.0058	1.0000	.0058	171.89	40	
	30	.0087	1.0000	.0087	114.59	30	
	40	.0116	0.9999	.0116	85.940	20	
	50	.0145	.9999	.0145	68.750	10	
1°	00'	.0175	.9998	.0175	57.290	89° 00'	
	10	.0204	.9998	.0204	49.104	50	
	20	.0233	.9997	.0233	42.964	40	
	30	.0262	.9997	.0262	38.188	30	
	40	.0291	.9996	.0291	34.368	20	
	50	.0320	.9995	.0320	31.242	10	
2°	00'	.0349	.9994	.0349	28.636	88° 00'	
	10	.0378	.9993	.0378	26.432	50	
	20	.0407	.9992	.0407	24.542	40	
	30	.0436	.9990	.0437	22.904	30	
	40	.0465	.9989	.0466	21.470	20	
	50	.0494	.9988	.0495	20.206	10	
3°	00'	.0523	.9986	.0524	19.081	87° 00'	
	10	.0552	.9985	.0553	18.075	50	
	20	.0581	.9983	.0582	17.169	40	
	30	.0610	.9981	.0612	16.350	30	
	40	.0640	.9980	.0641	15.605	20	
	50	.0669	.9978	.0670	14.924	10	
4°	00'	.0698	.9976	.0699	14.301	86° 00'	
	10	.0727	.9974	.0729	13.727	50	
	20	.0756	.9971	.0758	13.197	40	
	30	.0785	.9969	.0787	12.706	30	
	40	.0814	.9967	.0816	12.251	20	
	50	.0843	.9964	.0846	11.826	10	
5°	00'	.0872	.9962	.0875	11.430	85° 00'	
	10	.0901	.9959	.0904	11.059	50	
	20	.0929	.9957	.0934	10.712	40	
	30	.0958	.9954	.0963	10.385	30	
	40	.0987	.9951	.0992	10.078	20	
	50	.1016	.9948	.1022	9.7882	10	
6°	00'	.1045	.9945	.1051	9.5144	84° 00'	
	10	.1074	.9942	.1080	9.2553	50	
	20	.1103	.9939	.1110	9.0098	40	
	30	.1132	.9936	.1139	8.7769	30	
	40	.1161	.9932	.1169	8.5555	20	
	50	.1190	.9929	.1198	8.3450	10	
7°	00'	.1219	.9925	.1228	8.1443	83° 00'	
	10	.1248	.9922	.1257	7.9530	50	
	20	.1276	.9918	.1287	7.7704	40	
	30	.1305	.9914	.1317	7.5958	30	
	40	.1334	.9911	.1346	7.4287	20	
	50	.1363	.9907	.1376	7.2687	10	
8°	00'	.1392	.9903	.1405	7.1154	82° 00'	
	10	.1421	.9899	.1435	6.9682	50	
	20	.1449	.9894	.1465	6.8269	40	
	30	.1478	.9890	.1495	6.6912	30	
	40	.1507	.9886	.1524	6.5606	20	
	50	.1536	.9881	.1554	6.4348	10	
9°	00'	.1564	.9877	.1584	6.3138	81° 00'	
	10	.1593	.9872	.1614	6.1970	50	
	20	.1622	.9868	.1644	6.0844	40	
	30	.1650	.9863	.1673	5.9758	30	
	40	.1679	.9858	.1703	5.8708	20	
	50	.1708	.9853	.1733	5.7694	10	
10°	00'	.1736	.9848	.1763	5.6713	80° 00'	
	10	.1765	.9843	.1793	5.5764	50	
	20	.1794	.9838	.1823	5.4845	40	
	30	.1822	.9833	.1853	5.3955	30	
	40	.1851	.9827	.1883	5.3093	20	
	50	.1880	.9822	.1914	5.2257	10	
11°	00'	.1908	.9816	.1944	5.1446	79° 00'	
	10	.1937	.9811	.1974	5.0658	50	
	20	.1965	.9805	.2004	4.9894	40	
	30	.1994	.9799	.2035	4.9152	30	
	40	.2022	.9793	.2065	4.8430	20	
	50	.2051	.9787	.2095	4.7729	10	
		正弦 sin $\theta$	余弦 cos $\theta$	正接 tan $\theta$	cot $\theta$	deg (角度)	
		deg (角度) = 78° 10' ~ 90° 00' の場合					$\theta$ (シータ)

$\theta$ (シータ)		deg (角度) = 12° 00' ~ 23° 50' の場合				deg (角度)	
deg (角度)	分	正弦 sin $\theta$	余弦 cos $\theta$	正接 tan $\theta$	cot $\theta$		
12°	00'	.2079	.9781	.2126	4.7046	78° 00'	
	10	.2108	.9775	.2156	4.6382	50	
	20	.2136	.9769	.2186	4.5736	40	
	30	.2164	.9763	.2217	4.5107	30	
	40	.2193	.9757	.2247	4.4494	20	
	50	.2221	.9750	.2278	4.3897	10	
13°	00'	.2250	.9744	.2309	4.3315	77° 00'	
	10	.2278	.9737	.2339	4.2747	50	
	20	.2306	.9730	.2370	4.2193	40	
	30	.2334	.9724	.2401	4.1653	30	
	40	.2363	.9717	.2432	4.1126	20	
	50	.2391	.9710	.2462	4.0611	10	
14°	00'	.2419	.9703	.2493	4.0108	76° 00'	
	10	.2447	.9696	.2524	3.9617	50	
	20	.2476	.9689	.2555	3.9136	40	
	30	.2504	.9681	.2586	3.8667	30	
	40	.2532	.9674	.2617	3.8208	20	
	50	.2560	.9667	.2648	3.7760	10	
15°	00'	.2588	.9659	.2679	3.7321	75° 00'	
	10	.2616	.9652	.2711	3.6891	50	
	20	.2644	.9644	.2742	3.6470	40	
	30	.2672	.9636	.2773	3.6059	30	
	40	.2700	.9628	.2805	3.5656	20	
	50	.2728	.9621	.2836	3.5261	10	
16°	00'	.2756	.9613	.2867	3.4874	74° 00'	
	10	.2784	.9605	.2899	3.4495	50	
	20	.2812	.9596	.2931	3.4124	40	
	30	.2840	.9588	.2962	3.3759	30	
	40	.2868	.9580	.2994	3.3402	20	
	50	.2896	.9572	.3026	3.3052	10	
17°	00'	.2924	.9563	.3057	3.2709	73° 00'	
	10	.2952	.9555	.3089	3.2371	50	
	20	.2979	.9546	.3121	3.2041	40	
	30	.3007	.9537	.3153	3.1716	30	
	40	.3035	.9528	.3185	3.1397	20	
	50	.3062	.9520	.3217	3.1084	10	
18°	00'	.3090	.9511	.3249	3.0777	72° 00'	
	10	.3118	.9502	.3281	3.0475	50	
	20	.3145	.9492	.3314	3.0178	40	
	30	.3173	.9483	.3346	2.9887	30	
	40	.3201	.9474	.3378	2.9600	20	
	50	.3228	.9465	.3411	2.9319	10	
19°	00'	.3256	.9455	.3443	2.9042	71° 00'	
	10	.3283	.9446	.3476	2.8770	50	
	20	.3311	.9436	.3508	2.8502	40	
	30	.3338	.9426	.3541	2.8239	30	
	40	.3365	.9417	.3574	2.7980	20	
	50	.3393	.9407	.3607	2.7725	10	
20°	00'	.3420	.9397	.3640	2.7475	70° 00'	
	10	.3448	.9387	.3673	2.7228	50	
	20	.3475	.9377	.3706	2.6985	40	
	30	.3502	.9367	.3739	2.6746	30	
	40	.3529	.9356	.3772	2.6511	20	
	50	.3557	.9346	.3805	2.6279	10	
21°	00'	.3584	.9336	.3839	2.6051	69° 00'	
	10	.3611	.9325	.3872	2.5826	50	
	20	.3638	.9315	.3906	2.5605	40	
	30	.3665	.9304	.3939	2.5386	30	
	40	.3692	.9293	.3973	2.5172	20	
	50	.3719	.9283	.4006	2.4960	10	
22°	00'	.3746	.9272	.4040	2.4751	68° 00'	
	10	.3773	.9261	.4074	2.4545	50	
	20	.3800	.9250	.4108	2.4342	40	
	30	.3827	.9239	.4142	2.4142	30	
	40	.3854	.9228	.4176	2.3945	20	
	50	.3881	.9216	.4210	2.3750	10	
23°	00'	.3907	.9205	.4245	2.3559	67° 00'	
	10	.3934	.9194	.4279	2.3369	50	
	20	.3961	.9182	.4314	2.3183	40	
	30	.3987	.9171	.4348	2.2998	30	
	40	.4014	.9159	.4383	2.2817	20	
	50	.4041	.9147	.4417	2.2637	10	
		正弦 sin $\theta$	余弦 cos $\theta$	正接 tan $\theta$	cot $\theta$	deg (角度)	
		deg (角度) = 66° 10' ~ 78° 00' の場合					$\theta$ (シータ)

## 三角関数の真数表 No.2

deg (角度) = 24° 00' ~ 35° 50' の場合					
θ (シータ)	deg (角度°)	正弦 sin θ	余弦 cos θ	正接 tan θ	cot θ
24° 00'		.4067	.9135	.4452	2.2460
10		.4094	.9124	.4487	2.2286
20		.4120	.9112	.4522	2.2113
30		.4147	.9100	.4557	2.1943
40		.4173	.9088	.4592	2.1775
50		.4200	.9075	.4628	2.1609
25° 00'		.4226	.9063	.4663	2.1445
10		.4253	.9051	.4699	2.1283
20		.4279	.9038	.4734	2.1123
30		.4305	.9026	.4770	2.0965
40		.4331	.9013	.4806	2.0809
50		.4358	.9001	.4841	2.0655
26° 00'		.4384	.8988	.4877	2.0503
10		.4410	.8975	.4913	2.0353
20		.4436	.8962	.4950	2.0204
30		.4462	.8949	.4986	2.0057
40		.4488	.8936	.5022	1.9912
50		.4514	.8923	.5059	1.9768
27° 00'		.4540	.8910	.5095	1.9626
10		.4566	.8897	.5132	1.9486
20		.4592	.8884	.5169	1.9347
30		.4617	.8870	.5206	1.9210
40		.4643	.8857	.5243	1.9074
50		.4669	.8843	.5280	1.8940
28° 00'		.4695	.8829	.5317	1.8807
10		.4720	.8816	.5354	1.8676
20		.4746	.8802	.5392	1.8546
30		.4772	.8788	.5430	1.8418
40		.4797	.8774	.5467	1.8291
50		.4823	.8760	.5505	1.8165
29° 00'		.4848	.8746	.5543	1.8040
10		.4874	.8732	.5581	1.7917
20		.4899	.8718	.5619	1.7796
30		.4924	.8704	.5658	1.7675
40		.4950	.8689	.5696	1.7556
50		.4975	.8675	.5735	1.7437
30° 00'		.5000	.8660	.5774	1.7321
10		.5025	.8646	.5812	1.7205
20		.5050	.8631	.5851	1.7090
30		.5075	.8616	.5890	1.6977
40		.5100	.8601	.5930	1.6864
50		.5125	.8587	.5969	1.6753
31° 00'		.5150	.8572	.6009	1.6643
10		.5175	.8557	.6048	1.6534
20		.5200	.8542	.6088	1.6426
30		.5225	.8526	.6128	1.6319
40		.5250	.8511	.6168	1.6212
50		.5275	.8496	.6208	1.6107
32° 00'		.5299	.8480	.6249	1.6003
10		.5324	.8465	.6289	1.5900
20		.5348	.8450	.6330	1.5798
30		.5373	.8434	.6371	1.5697
40		.5398	.8418	.6412	1.5597
50		.5422	.8403	.6453	1.5497
33° 00'		.5446	.8387	.6494	1.5399
10		.5471	.8371	.6536	1.5301
20		.5495	.8355	.6577	1.5204
30		.5519	.8339	.6619	1.5108
40		.5544	.8323	.6661	1.5013
50		.5568	.8307	.6703	1.4919
34° 00'		.5592	.8290	.6745	1.4826
10		.5616	.8274	.6787	1.4733
20		.5640	.8258	.6830	1.4641
30		.5664	.8241	.6873	1.4550
40		.5688	.8225	.6916	1.4460
50		.5712	.8208	.6959	1.4370
35° 00'		.5736	.8192	.7002	1.4281
10		.5760	.8175	.7046	1.4193
20		.5783	.8158	.7089	1.4106
30		.5807	.8141	.7133	1.4019
40		.5831	.8124	.7177	1.3934
50		.5854	.8107	.7221	1.3848
	正弦 sin θ	余弦 cos θ	正接 tan θ	cot θ	deg (角度°)
	deg (角度) = 54° 10' ~ 66° 00' の場合				θ (シータ)

deg (角度) = 36° 00' ~ 45° 00' の場合					
θ (シータ)	deg (角度°)	正弦 sin θ	余弦 cos θ	正接 tan θ	cot θ
36° 00'		.5878	.8090	.7265	1.3764
10		.5901	.8073	.7310	1.3680
20		.5925	.8056	.7355	1.3597
30		.5948	.8039	.7400	1.3514
40		.5972	.8021	.7445	1.3432
50		.5995	.8004	.7490	1.3351
37° 00'		.6018	.7986	.7536	1.3270
10		.6041	.7969	.7581	1.3190
20		.6065	.7951	.7627	1.3111
30		.6088	.7934	.7673	1.3032
40		.6111	.7916	.7720	1.2954
50		.6134	.7898	.7766	1.2876
38° 00'		.6157	.7880	.7813	1.2799
10		.6180	.7862	.7860	1.2723
20		.6202	.7844	.7907	1.2647
30		.6225	.7826	.7954	1.2572
40		.6248	.7808	.8002	1.2497
50		.6271	.7790	.8050	1.2423
39° 00'		.6293	.7771	.8098	1.2349
10		.6316	.7753	.8146	1.2276
20		.6338	.7735	.8195	1.2203
30		.6361	.7716	.8243	1.2131
40		.6383	.7698	.8292	1.2059
50		.6406	.7679	.8342	1.1988
40° 00'		.6428	.7660	.8391	1.1918
10		.6450	.7642	.8441	1.1847
20		.6472	.7623	.8491	1.1778
30		.6494	.7604	.8541	1.1708
40		.6517	.7585	.8591	1.1640
50		.6539	.7566	.8642	1.1571
41° 00'		.6561	.7547	.8693	1.1504
10		.6583	.7528	.8744	1.1436
20		.6604	.7509	.8796	1.1369
30		.6626	.7490	.8847	1.1303
40		.6648	.7470	.8899	1.1237
50		.6670	.7451	.8952	1.1171
42° 00'		.6691	.7431	.9004	1.1106
10		.6713	.7412	.9057	1.1041
20		.6734	.7392	.9110	1.0977
30		.6756	.7373	.9163	1.0913
40		.6777	.7353	.9217	1.0850
50		.6799	.7333	.9271	1.0786
43° 00'		.6820	.7314	.9325	1.0724
10		.6841	.7294	.9380	1.0661
20		.6862	.7274	.9435	1.0599
30		.6884	.7254	.9490	1.0538
40		.6905	.7234	.9545	1.0477
50		.6926	.7214	.9601	1.0416
44° 00'		.6947	.7193	.9657	1.0355
10		.6967	.7173	.9713	1.0295
20		.6988	.7153	.9770	1.0235
30		.7009	.7133	.9827	1.0176
40		.7030	.7112	.9884	1.0117
50		.7050	.7092	.9942	1.0058
45° 00'		.7071	.7071	1.0000	1.0000
	正弦 sin θ	余弦 cos θ	正接 tan θ	cot θ	deg (角度°)
	deg (角度) = 45° 00' ~ 54° 00' の場合				θ (シータ)

### 真数表から三角関数の値を求める方法

#### deg (角度) が 0° 00' ~ 45° 00' の場合

・上の見出しから値を探してください。

$$\begin{aligned} \text{ex.)} \sin 5^\circ &= 0.0872 \\ \cos 5^\circ &= 0.9962 \\ \tan 5^\circ &= 0.0875 \\ \cot 5^\circ &= 11.430 \end{aligned}$$

#### deg (角度) が 45° 00' ~ 90° 00' の場合

・下の見出しから値を探してください。

$$\begin{aligned} \text{ex.)} \sin 5^\circ &= 0.9962 \\ \cos 5^\circ &= 0.0872 \\ \tan 5^\circ &= 11.430 \\ \cot 5^\circ &= 0.0875 \end{aligned}$$

● deg (角度°) に小数点以下がある場合は、度'分'に換算してご使用ください。  
ex.) 5.5° は 5° 30' (5度30分) となります。(1度=60分)

## 主な鋼材の硬度と対応工具表

加工方法	機械名	使用工具	材質		被削材		削質材		鋼材		HRC									
			部品材質	工具材質	非鉄金属	未処理材	調質材	削質材	焼き入れ焼き戻し	鋼材										
切削加工	側面加工	ドリル	鋼	SKH-1	Wn-Co	(Al)	SKD11	SCM435	(Be-Cu)	DC53	70									
												リーマ	硬	SS400(SS41)	HPM2T	SKD11	SKD11	DC53	SKD11	SKD11
	エンドミル	鋼	SKH-1	Wn-Co	CU	STAVAX ESR	HPM38	HPM38	HPM38	HPM38	70									
												バイト	硬	RIGOR	STAVAX ESR	HPM7	SKD61	SKD61	SKD61	SKD61
	砥石	白色溶融アルミナ質	WA	WA	CU	STAVAX ESR	HPM38	HPM38	HPM38	HPM38	70									
												褐色溶融アルミナ質	A	A	SKD61	HPM50	SKD61	SKD61	SKD61	SKD61
	電極マスタ	緑色炭化けい素	GC	GC	CU	STAVAX ESR	HPM38	HPM38	HPM38	HPM38	70									
												黒色炭化けい素	C	C	SKD61	HPM50	SKD61	SKD61	SKD61	SKD61
ワイヤ	電着ダイヤモンド	D	D	CU	RIGOR (SKD12系)	S-STAR	S-STAR	S-STAR	S-STAR	70										
											電着ダイヤモンド	D	D	SKD61	HPM50	SKD61	SKD61	SKD61	SKD61	
																				電着ダイヤモンド
放電加工	EDM	電極マスタ	電極マスタ	CU-Wn	RIGOR (SKD12系)	S-STAR	S-STAR	S-STAR	S-STAR	70										
											EDM	EDM	EDM	SKD61	HPM50	SKD61	SKD61	SKD61	SKD61	
																				WEDM
ワイヤ	銅	CU-Zn	CU-Zn	CU	RIGOR (SKD12系)	S-STAR	S-STAR	S-STAR	S-STAR	70										
											銅	CU-Zn	CU-Zn	SKD61	HPM50	SKD61	SKD61	SKD61	SKD61	
																				タングステン