



ソリッドエンドミル

はじめに

選択ガイド _____ 126

表示コード _____ 138

溝加工と一般加工

OptiMill-Alu-HPC-Pocket (アルミ/ポケット加工) _____ 140

OptiMill-Uni-HPC-Plus (4枚刃/不等分割) _____ 141

肩削り - 粗削り

OptiMill-Uni-Wave (5枚刃/不等分割ラフィング) _____ 142

肩削り - 仕上げ

OptiMill-Uni-HPC-Finish (7枚刃/不等分割) _____ 144

トロコイドミーリング

OptiMill-Tro-Uni (トロコイド専用/万能) _____ 146

OptiMill-Tro-PM (トロコイド/スチール) _____ 149

OptiMill-Tro-H (トロコイド/高硬度材) _____ 153

OptiMill-Tro-S (トロコイド/耐熱合金) _____ 154

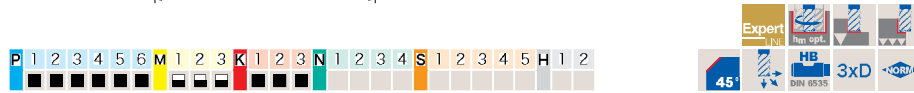
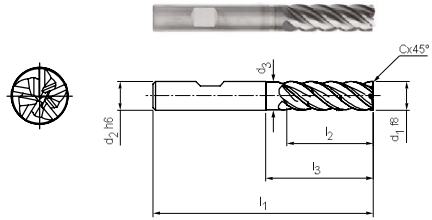
OptiMill-Tro-Titan (トロコイド/チタン) _____ 155

技術資料

推奨加工条件 _____ 156

OptiMill®-Tro-Uni

5枚刃、トロコイド加工用、x3D、万能
SCM94

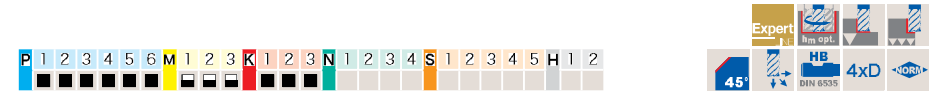
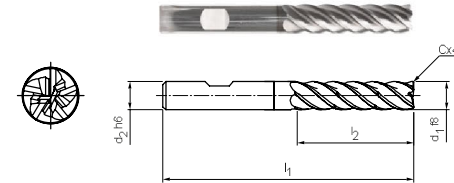


寸法							刃数	仕様	発注番号
d ₁ f8	d ₂ h6	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃	Cx45°			
12.00	12	11.8	93	36	45	0.24	5	SCM940-1200Z05R-F0024HB3-HP209	31054530
14.00	14	13.8	99	42	50	0.28	5	SCM940-1400Z05R-F0028HB3-HP209	31054531
16.00	16	15.8	108	48	55	0.32	5	SCM940-1600Z05R-F0032HB3-HP209	31054532
20.00	20	19.8	126	60	70	0.40	5	SCM940-2000Z05R-F0040HB3-HP209	31054533

寸法表示(mm)
推奨される切削値については章の終りを参照してください。
特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

OptiMill®-Tro-Uni

5枚刃、トロコイド加工用、x4D、万能
SCM94



寸法					刃数	仕様	発注番号
d ₁ f8	d ₂ h6	l ₁	l ₂	Cx45°			
5.00	6	66	20	0.10	5	SCM940-0500Z05R-F0010HB4-HP209	31054534
6.00	6	66	24	0.12	5	SCM940-0600Z05R-F0012HB4-HP209	31054535
8.00	8	74	32	0.16	5	SCM940-0800Z05R-F0016HB4-HP209	31054536
10.00	10	89	40	0.20	5	SCM940-1000Z05R-F0020HB4-HP209	31054537
12.00	12	100	48	0.24	5	SCM940-1200Z05R-F0024HB4-HP209	31054538
14.00	14	108	56	0.28	5	SCM940-1400Z05R-F0028HB4-HP209	31054539
16.00	16	123	64	0.32	5	SCM940-1600Z05R-F0032HB4-HP209	31054540
20.00	20	140	80	0.40	5	SCM940-2000Z05R-F0040HB4-HP209	31054541

寸法表示(mm)
推奨される切削値については章の終りを参照してください。
特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

仕様:
フライス直径: 12.00 - 20.00 mm
工具材料: HP209
刃数: 5
ねじれ角度: ~ 41°
バランス値: 切れ刃セグメントが
DIN ISO1940-
G2.5に準拠していま

す
特徴: 不等分刃, 不等リード, ネット付き

用途:
最適な切り屑除去を実現する、2つのチップブレーカー

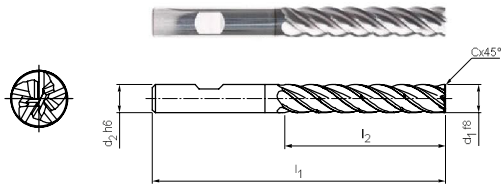
仕様:
フライス直径: 5.00 - 20.00 mm
工具材料: HP209
刃数: 5
ねじれ角度: ~ 41°
バランス値: 切れ刃セグメントが
DIN ISO1940-
G2.5に準拠していま

す
特徴: 不等分刃, 不等リード, ネット付き

用途:
最適な切り屑除去を実現する、2つのチップブレーカー

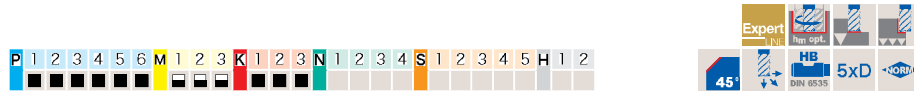
OptiMill®-Tro-Uni

5xD 仕様、3つのチップブレイカ
SCM94



仕様:
 フライス直径: 8.00 - 20.00 mm
 工具材料: HP209
 刃数: 5
 ねじれ角度: ~ 41°
 バランス値: 切れ刃セグメントがDIN ISO1940-G2.5に準拠してG2.5にバランスされた
特徴: 不等分割, 不等リード, ネック付き

用途: 最適な切り屑管理のために追加チップブレイカを装備した仕様。切り屑を短くします。

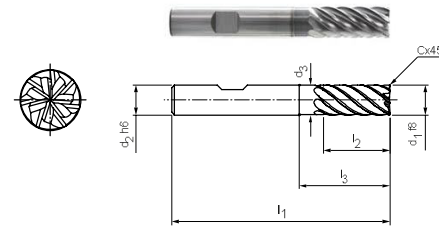


寸法					刃数	仕様	発注番号
d ₁ f8	d ₂ h6	l ₁	l ₂	Cx45°			
8.00	8	81	40	0.16	5	SCM940-0800Z05R-F0018HB5-HP209	31054542
10.00	10	96	50	0.20	5	SCM940-1000Z05R-F0020HB5-HP209	31054543
12.00	12	112	60	0.24	5	SCM940-1200Z05R-F0024HB5-HP209	31054544
14.00	14	122	70	0.28	5	SCM940-1400Z05R-F0028HB5-HP209	31054545
16.00	16	136	80	0.32	5	SCM940-1600Z05R-F0032HB5-HP209	31054546
20.00	20	160	100	0.40	5	SCM940-2000Z05R-F0040HB5-HP209	31054547

寸法表示(mm)
 推奨される切削値については章の終りを参照してください。
 特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

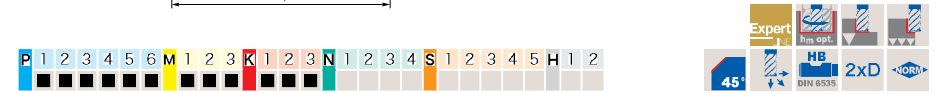
OptiMill®-Tro-PM

7枚刃、トロコイド加工用、x2D、主にスチール
SCM82



仕様:
 フライス直径: 4.00 - 25.00 mm
 工具材料: HP723
 刃数: 7
 ねじれ角度: ~ 40°
 バランス値: 切れ刃セグメントがDIN ISO1940-G2.5に準拠準拠しています
特徴: 不等分割, 不等リード, ネック付き

用途: トロコイドミーリング - 削りだし加工に最適。
 加工深さ2xDまで。

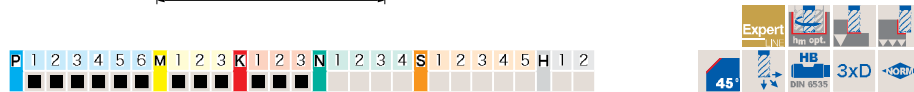
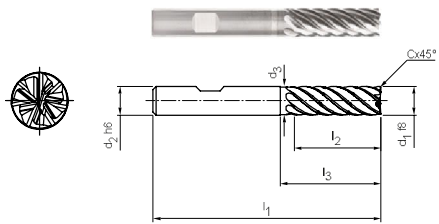


寸法						刃数	仕様	発注番号
d ₁ f8	d ₂ h6	l ₁	l ₂	l ₃	Cx45°			
4.00	6	57	11	-	0.08	7	SCM820-0400Z07R-F0008HB2-HP723	30855545
5.00	6	57	13	-	0.10	7	SCM820-0500Z07R-F0010HB2-HP723	30855546
6.00	6	57	13	19	0.12	7	SCM820-0600Z07R-F0012HB2-HP723	30855547
8.00	8	63	19	25	0.16	7	SCM820-0800Z07R-F0016HB2-HP723	30855548
10.00	10	72	22	30	0.20	/	SCM820-1000Z07R-F0020HB2-HP723	30855549
12.00	12	83	26	36	0.24	7	SCM820-1200Z07R-F0024HB2-HP723	30855550
14.00	14	83	26	36	0.28	/	SCM820-1400Z07R-F0028HB2-HP723	30855551
16.00	16	92	32	42	0.32	7	SCM820-1600Z07R-F0032HB2-HP723	30855552
18.00	18	92	32	42	0.36	7	SCM820-1800Z07R-F0036HB2-HP723	30855553
20.00	20	104	41	52	0.40	7	SCM820-2000Z07R-F0040HB2-HP723	30855554
25.00	25	125	50	65	0.50	7	SCM820-2500Z07R-F0050HB2-HP723	30855555

寸法表示(mm)
 推奨される切削値については章の終りを参照してください。
 特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

OptiMill®-Tro-PM

7枚刃、トロコイド加工用、×3D、主にスチール
SCM93

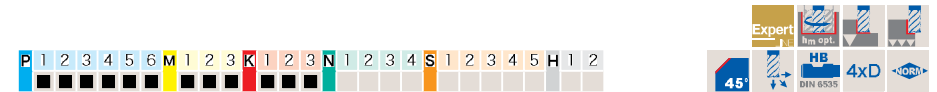
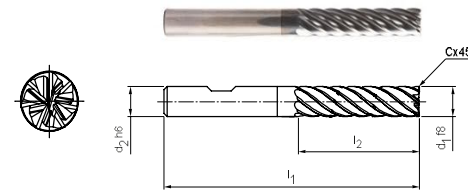


寸法							刃数	仕様	発注番号
d ₁ f8	d ₂ h6	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃	Cx45°			
12.00	12	11.8	93	36	45	0.24	7	SCM930-1200Z07R-F0024HB3-HP723	31054500
14.00	14	13.8	99	42	50	0.28	7	SCM930-1200Z07R-F0028HB3-HP723	31054501
16.00	16	15.8	108	48	55	0.32	7	SCM930-1200Z07R-F0032HB3-HP723	31054502
20.00	20	19.8	126	60	70	0.40	7	SCM930-1200Z07R-F0040HB3-HP723	31054503

寸法表示(mm)
推奨される切削値については章の終りを参照してください。
特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

OptiMill®-Tro-PM

7枚刃、トロコイド加工用、×4D、主にスチール
SCM93



寸法					刃数	仕様	発注番号
d ₁ f8	d ₂ h6	l ₁	l ₂	Cx45°			
5.00	6	66	20	0.10	7	SCM930-0500Z07R-F0010HB4-HP210	31054504
6.00	6	66	24	0.12	7	SCM930-0600Z07R-F0012HB4-HP210	31054505
8.00	8	74	32	0.16	7	SCM930-0800Z07R-F0016HB4-HP210	31054506
10.00	10	89	40	0.20	7	SCM930-1000Z07R-F0020HB4-HP210	31054507
12.00	12	100	48	0.24	/	SCM930-1200Z07R-F0024HB4-HP210	31054508
14.00	14	108	56	0.28	7	SCM930-1400Z07R-F0028HB4-HP210	31054509
16.00	16	123	64	0.32	/	SCM930-1600Z07R-F0032HB4-HP210	31054510
20.00	20	140	80	0.40	7	SCM930-2000Z07R-F0040HB4-HP210	31054511

寸法表示(mm)
推奨される切削値については章の終りを参照してください。
特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

仕様:
フライス直径: 12.00 - 20.00 mm
工具材料: HP723
刃数: 7
ねじれ角度: ~ 40°
特徴: 不等分割, 不等リード, ネック付き

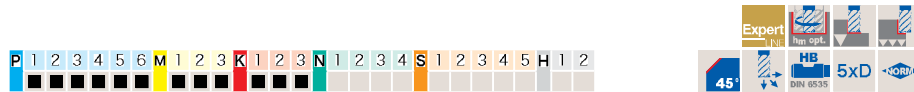
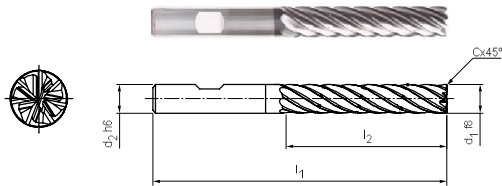
用途:
最適な切り屑除去を実現する、2つのチップブレーカー

仕様:
フライス直径: 5.00 - 20.00 mm
工具材料: HP210
刃数: 7
ねじれ角度: ~ 38°
特徴: 不等分割, 不等リード

用途:
最適な切り屑除去を実現する、2つのチップブレーカー

OptiMill®-Tro-PM

7枚刃、トロコイド加工用、×5D、主にスチール
SCM93



寸法					刃数	仕様	発注番号
d1 f8	d2 h6	l1	l2	Cx45°			
8.00	8	81	40	0.16	7	SCM930-0800Z07R-F0018HB5-HP210	31054512
10.00	10	96	50	0.20	7	SCM930-1000Z07R-F0020HB5-HP210	31054513
12.00	12	112	60	0.24	7	SCM930-1200Z07R-F0024HB5-HP210	31054514
14.00	14	122	70	0.28	7	SCM930-1400Z07R-F0028HB5-HP210	31054515
16.00	16	136	80	0.32	/	SCM930-1600Z07R-F0032HB5-HP210	31054516
20.00	20	160	100	0.40	7	SCM930-2000Z07R-F0040HB5-HP210	31054517

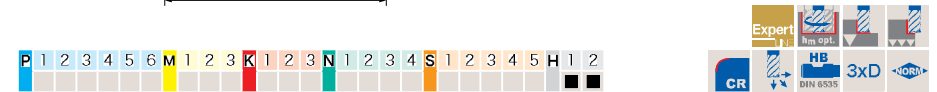
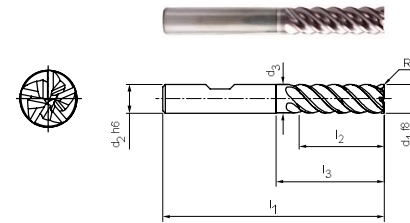
寸法表示(mm)
推奨される切削値については章の終りを参照してください。
特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

仕様:
フライス直径: 8.00 - 20.00 mm
工具材料: HP210
刃数: 7
ねじれ角度: ~36°
特徴: 不等分割、不等リード

用途:
最適な切り屑除去を実現する、3つのチップブレイカー。

OptiMill®-Tro-H

5枚刃、トロコイド加工用、×3D、高硬度材向け
SCM92



寸法							刃数	仕様	発注番号
d1 f8	d2 h6	d3	l1	l2	l3	R			
5.00	6	-	62	17	-	0.10	5	SCM920-0500Z05R-R0010HB-HP827	31053920
6.00	6	5.8	62	18	25	0.10	5	SCM920-0600Z05R-R0010HB-HP827	31053921
8.00	8	7.8	68	24	30	0.20	5	SCM920-0800Z05R-R0020HB-HP827	31053922
10.00	10	9.8	80	30	35	0.20	5	SCM920-1000Z05R-R0020HB-HP827	31053923
12.00	12	11.8	93	36	45	0.30	5	SCM920-1200Z05R-R0030HB-HP827	31053924
14.00	14	13.8	99	42	50	0.30	5	SCM920-1400Z05R-R0030HB-HP827	31053925
16.00	16	15.8	108	48	55	0.30	5	SCM920-1600Z05R-R0030HB-HP827	31053926
18.00	18	17.8	117	54	67	0.30	5	SCM920-1800Z05R-R0030HB-HP827	31053927
20.00	20	19.8	126	60	70	0.30	5	SCM920-2000Z05R-R0030HB-HP827	31053928
25.00	25	24.5	150	75	92	0.40	5	SCM920-2500Z05R-R0040HB-HP827	31053929

寸法表示(mm)
推奨される切削値については章の終りを参照してください。
特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

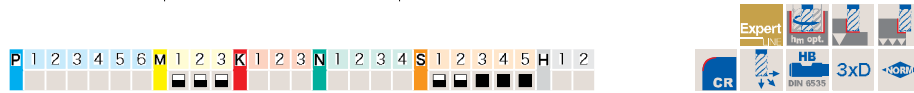
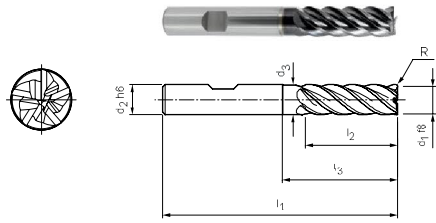
仕様:
フライス直径: 5.00 - 25.00 mm
工具材料: HP827
刃数: 5
ねじれ角度: 41° - 42°
バランス値: 切れ刃セグメントがDIN ISO1940-G2.5に準拠しています

特徴:
不等分割、不等リード、ネグ付

用途:
最適な切り屑除去を実現する、1つのチップブレイカー

OptiMill®-Tro-S

5枚刃、トロコイド加工用、x3D、耐熱合金向け
SCM60



仕様:
 フライス直径: 5.00 - 25.00 mm
 工具材料: HP219
 刃数: 5
 ねじれ角度: 41° - 42°
 バランス値: 切れ刃セグメントが DIN ISO 1940-G2.5に準拠しています

特徴: 不等分刃, 不等リード, ネック付

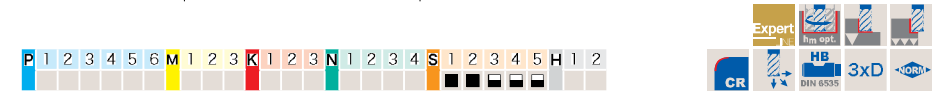
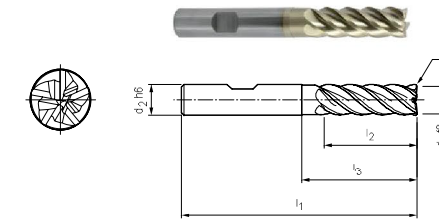
用途: トロコイドミーリング - 削りだし加工に最適。加工深さ3xDまで。

寸法							刃数	仕様	発注番号
d ₁ 18	d ₂ h6	d ₃	l ₁	l ₂	l ₃	R			
5.00	6	4.8	62	17	24	0.10	5	SCM600-0500Z05R-R0010HB-HP219	30564633
6.00	6	5.8	62	18	25	0.10	5	SCM600-0600Z05R-R0010HB-HP219	30564634
8.00	8	7.8	68	24	30	0.20	5	SCM600-0800Z05R-R0020HB-HP219	30564635
10.00	10	9.8	80	30	35	0.20	5	SCM600-1000Z05R-R0020HB-HP219	30564636
12.00	12	11.8	93	36	45	0.30	5	SCM600-1200Z05R-R0030HB-HP219	30564637
14.00	14	13.8	99	42	50	0.30	5	SCM600-1400Z05R-R0030HB-HP219	30564638
16.00	16	15.8	108	48	55	0.30	5	SCM600-1600Z05R-R0030HB-HP219	30564639
18.00	18	17.8	117	54	67	0.30	5	SCM600-1800Z05R-R0030HB-HP219	30605011
20.00	20	19.8	126	60	70	0.30	5	SCM600-2000Z05R-R0030HB-HP219	30564640
25.00	25	24.5	150	75	92	0.40	5	SCM600-2500Z05R-R0040HB-HP219	30605016

寸法表示(mm)
 推奨される切削値については章の終りを参照してください。
 特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

OptiMill®-Tro-Titan

5枚刃、トロコイド加工用、x3D、チタン向け
SCM63



仕様:
 フライス直径: 5.00 - 25.00 mm
 工具材料: HP620
 刃数: 5
 ねじれ角度: 41° - 42°
 バランス値: 切れ刃セグメントが DIN ISO 1940-G2.5に準拠しています

特徴: 不等分刃, 不等リード, ネック付

用途: トロコイドミーリング - 削りだし加工に最適。加工深さ3xDまで。

寸法							刃数	仕様	発注番号
d ₁ 18	d ₂ h6	l ₁	l ₂	l ₃	R				
5.00	6	62	17	24	0.10	5	SCM630-0500Z05R-R0010HB-HP620	30651031	
6.00	6	62	18	25	0.10	5	SCM630-0600Z05R-R0010HB-HP620	30651032	
8.00	8	68	24	30	0.20	5	SCM630-0800Z05R-R0020HB-HP620	30651033	
10.00	10	80	30	35	0.20	5	SCM630-1000Z05R-R0020HB-HP620	30651034	
12.00	12	93	36	45	0.30	5	SCM630-1200Z05R-R0030HB-HP620	30651035	
14.00	14	99	42	50	0.30	5	SCM630-1400Z05R-R0030HB-HP620	30651036	
16.00	16	108	48	55	0.30	5	SCM630-1600Z05R-R0030HB-HP620	30651037	
18.00	18	117	54	67	0.30	5	SCM630-1800Z05R-R0030HB-HP620	30651038	
20.00	20	126	60	70	0.30	5	SCM630-2000Z05R-R0030HB-HP620	30651039	
25.00	25	150	75	92	0.40	5	SCM630-2500Z05R-R0040HB-HP620	30651040	

寸法表示(mm)
 推奨される切削値については章の終りを参照してください。
 特別仕様やその他のコーティングはご要望により承ります。

ソリッドエンドミルの加工推奨条件

送り速度および切削速度

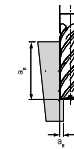
補正係数

係数	V _c		a _e	h _m 最大
	P K	M		
2xD	1.10	1.05	1.05	1.05
3xD	1.00	1.00	1.00	1.00
4xD	0.85	0.92	0.90	0.94
5xD	0.60	0.80	0.80	0.87

OptiMill-Tro-Uni | SCM58
OptiMill-Tro-PM | SCM82

MZG*	ワーク材質	強度/硬度 [N/mm ²] [HRC]	クーラント		
			MQL/空気	ドライ	ウエット
P	P1.1 建築用鋼材、快削鋼、肌焼鋼、鍛鉄、非合金	< 700	✓	✓	✓
	P1.2 建築用鋼材、快削鋼、肌焼鋼、鍛鉄、非合金	< 1200	✓	✓	✓
	P2.1 窒化鋼、肌焼鋼、鍛鉄、非合金	< 900	✓	✓	✓
	P2.2 窒化鋼、肌焼鋼、鍛鉄、非合金	< 1400	✓	✓	✓
	P3.1 工具鋼、ころ軸受鋼、ばね鋼、高速度鋼	< 900	✓	✓	✓
	P3.2 工具鋼、ころ軸受鋼、ばね鋼、高速度鋼	< 1500	✓	✓	✓
M	P4.1 ステンレス鋼、フェライトおよびマルテンサイト		✓		✓
	P5.1 鋳鋼				✓
	P6.1 鋳造ステンレス鋼、フェライトおよびマルテンサイト				✓
M	M1.1 ステンレス鋼、オーステナイト	< 700	✓		✓
	M1.2 ステンレス鋼、フェライト/マルテンサイト(二相)	< 1000			✓
	M2.1 鋳造ステンレス鋼、オーステナイト	< 700	✓		✓
M3	M3.1 鋳造ステンレス鋼、フェライト/マルテンサイト(二相)	< 1000			✓
K	K1.1 層状黒鉛鋳鉄(灰鋳鉄)、GJL	< 300	✓	✓	✓
	K2.1 球状黒鉛鋳鉄、GJS	< 500	✓	✓	✓
	K2.2 球状黒鉛鋳鉄、GJS	500-800	✓	✓	✓
	K2.3 球状黒鉛鋳鉄、GJS	> 800	✓	✓	✓
	K3.1 パーミキュラ黒鉛鋳鉄、GJV; 可鍛鋳鉄、GJM	< 500	✓	✓	✓
	K3.2 パーミキュラ黒鉛鋳鉄、GJV; 可鍛鋳鉄、GJM	> 500	✓	✓	✓

トロコイドミーリング



a_p = 工具の最大加工深さに応じて異なります。
a_e = ワークに応じて異なります。

加工例	V _c [m/min]	f _z [mm/刃] 直径のパーセン トとして	a _e [mm] 直径のパーセン トとして	h _m 最大 [mm] 直径のパーセン トとして
320 - 460	1.2 - 1.8	12 - 16	0.62 - 0.76	
340 - 480	1.2 - 1.8	10 - 14	0.58 - 0.71	
280 - 380	1.0 - 1.6	8 - 12	0.56 - 0.68	
240 - 350	1.0 - 1.6	8 - 14	0.54 - 0.65	
210 - 320	0.8 - 1.4	6 - 12	0.52 - 0.62	
180 - 260	0.8 - 1.2	6 - 12	0.50 - 0.60	
220 - 300	1.2 - 1.8	8 - 12	0.54 - 0.62	
160 - 240	0.8 - 1.4	6 - 12	0.50 - 0.60	
140 - 220	0.6 - 1.0	5 - 10	0.48 - 0.60	
110 - 180	0.6 - 1.0	5 - 10	0.46 - 0.58	
130 - 200	0.8 - 1.2	6 - 12	0.52 - 0.60	
120 - 180	0.8 - 1.2	5 - 10	0.46 - 0.56	
42CrMo4 ø = 12 mm v _c = 375 m/min f _z = 0.17 mm a _e = 1.2 mm a _p = 32 mm	400 - 500	2.0 - 2.6	15 - 20	0.64 - 0.78
	340 - 500	1.8 - 2.4	12 - 16	0.62 - 0.70
	300 - 440	1.6 - 2.2	10 - 14	0.58 - 0.68
	180 - 260	1.4 - 2.0	8 - 12	0.56 - 0.68
	280 - 360	1.6 - 2.2	10 - 16	0.60 - 0.68
	210 - 340	1.4 - 2.0	10 - 16	0.58 - 0.66
X5CrNi18-8 ø = 12 mm v _c = 180 m/min f _z = 0.09 mm a _e = 1.2 mm a _p = 32 mm				

42CrMo4 ø 12 mm用計算例:

$$f_z | a_e | h_m \text{最大} = \frac{D}{100} \cdot \text{数値は表参照}$$

P2.2	Nitrier-, Einsatz- und Vergütungsstähle, legiert	< 1400	✓	✓	280-380	1,0-1,6	8-12	0,56-0,68
------	--	--------	---	---	---------	---------	------	-----------

$$1 \quad f_z = \frac{12 \text{ mm}}{100} \cdot 1.2 = 0.144 \text{ mm}$$

$$2 \quad a_e = \frac{12 \text{ mm}}{100} \cdot 10 = 1.2 \text{ mm}$$

$$3 \quad h_m \text{最大} = \frac{12 \text{ mm}}{100} \cdot 0.6 = 0.072 \text{ mm}$$

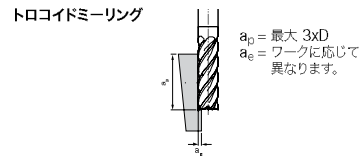
注記:

トロコイドミーリングでは、指定された切削条件は加工プロセス中に変化します。これはまた使用されるCAMソフトウェアおよびワーク内のツールの加工位置にも左右されます。輪郭に応じて、可能な限り最も一定の平均切り屑厚みを達成するために、送り速度と接触幅または接触角は、機械加工プロセス中に絶えず変化します。

* マパール切削加工グループ

トロコイドエンドミルの加工推奨条件

送り速度および切削速度



OptiMill-Tro-S | SCM60
 OptiMill-Tro-Titan | SCM63

MZX*	素材	強度/ 硬度 [N/mm ²] [HRC]	クーラント			v_c [m/min]	f_z [mm/刃] 直径のパーセントとして	a_e [mm] 直径のパーセントとして	h_m 最大 [mm] 直径のパーセントとして
			MQL/強制	ドライ	クエット				
S1	S1.1 チタン、チタン合金	< 400			✓	110 - 170	0.65 - 1.3	6 - 12	0.52 - 0.6
	S2.1 チタン、チタン合金	< 1200			✓	90 - 150	0.6 - 1.2	5 - 10	0.46 - 0.56
S2	S2.2 チタン、チタン合金	> 1200			✓	70 - 130	0.4 - 1.0	5 - 10	0.42 - 0.54
	S3.1 ニッケル、非合金および合金	< 900			✓	60 - 120	0.4 - 1.0	5 - 10	0.4 - 0.52
S3	S3.2 ニッケル、非合金および合金	> 900			✓	50 - 100	0.3 - 0.9	5 - 10	0.4 - 0.52
	S4.1 耐熱合金、Ni、Co、Feベース				✓	35 - 90	0.3 - 0.8	4 - 8	0.38 - 0.46
S4	S5.1 タングステンおよびモリブデン合金				✓	35 - 90	0.3 - 0.8	4 - 8	0.38 - 0.46

加工例	
TiAl6V4	$\phi = 12$ mm $v_c = 140$ m/min $f_z = 0.09$ mm $a_e = 1.2$ mm $a_p = 30$ mm

OptiMill-Tro-H | SCM92

H	H1.1	硬化鋼/鋳鋼	45 - 55	クーラント			v_c [m/min]	f_z [mm/刃]	a_e [mm]	h_m [mm]
				MQL/強制	ドライ	クエット				
H1	H1.2	硬化鋼/鋳鋼	55 - 64	✓	✓		80 - 140	0.45 - 0.65	4 - 8	0.28 - 0.36
	H1.3	硬化鋼/鋳鋼	64 - 70	✓	✓		60 - 120	0.4 - 0.52	3 - 6	0.27 - 0.34
H2	H2.1	耐摩耗鋳鉄/チルド鋳物、GJN		✓			50 - 100	0.3 - 0.5	2 - 5	0.25 - 0.32
	H2.2	耐摩耗鋳鉄/チルド鋳物、GJN		✓			60 - 120	0.35 - 0.55	3 - 6	0.28 - 0.34

加工例	
90MnCrV8	$\phi = 12$ mm $v_c = 110$ m/min $f_z = 0.052$ mm $h_m = 0.04$ mm $a_p = 1$ mm

注記:
 トロコイドミーリングでは、指定された切削条件は加工プロセス中に変化します。これはまた使用されるCAMソフトウェアおよびワーク内のツールの加工位置にも左右されます。輪郭に応じて、可能な限り最も一定の平均切り屑厚みを達成するために、送り速度と接触幅または接触角は、機械加工プロセス中に絶えず変化します。

* マパール切削加工グループ

トロコイドミーリング - 基礎原理

定義

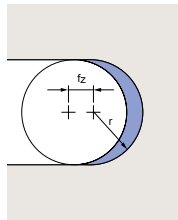
トロコイドミリングは、加工負荷を低減し、同時に材料除去率を高めることを目的としたミーリング加工です。工具の円軌道に沿って送り運動を組み合わせることで、切れ刃の接触条件を改善することができます。円軌道に沿って切込み深さおよび加工幅が適切となるように、ツールは接触条件を変えながら周期的に材料を除去します。

(例)フル溝加工

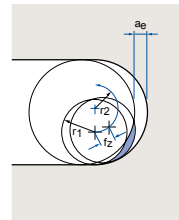
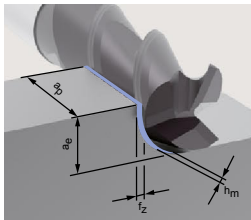
従来の加工

全幅加工(溝加工)の荒加工では、ミーリングカッターの接触条件は接触角は180°で定義されます。

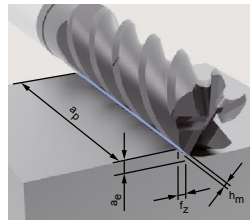
切りくずが長くなると切れ刃の接触距離が長くなり、工具に比較的高い負荷をもたらします。また同時に切削断面積も大きくなり、大きな切削負荷が生じます。したがって安定した加工のためには、切込み深さ、送りおよび切削速度は制限されます。



a_p : 小さい (加工深さ $\sim 1xD$)
 a_e : 大きい (1xD)
 f_z : 小さい
 v_c : 低い



a_p : 大きい (刃長を最大限に活用可能)
 a_e : 小さい
 f_z : 大きい
 v_c : 高い

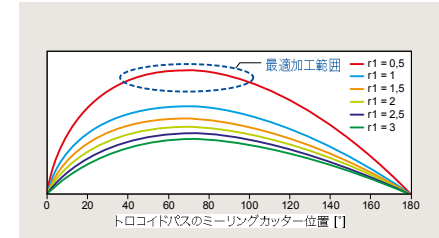
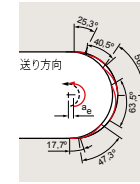


トロコイドミーリング - 詳細

トロコイドミーリング - 円軌道の場合

半径が一定の円軌道の場合、工具の刃先での接触角は、それぞれの回転の間で絶対半径方向の切込みの関数として変化します。

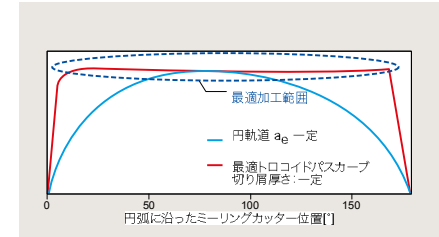
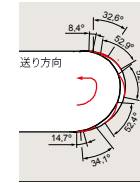
- 接触条件は絶えず変化します
- ミーリングカッターの最適加工範囲
- 狭い範囲の加工に限定
- 低い除去率
- 振動傾向の増加
- 工具磨耗の増加



トロコイドミーリング - 最適化されたカッターパス(軌道)

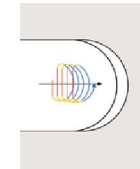
適切なカッターパスの設定により、ミーリングカッターの接触率は、カッターパス上の各位置で一定に保たれます。このようにして、常に最適な位置でミリング加工がおこなわれます。カッターパス上では、平均チップ厚が一定に保たれるように送り量が調整されます。

- 一定の接触条件
- 一定切削抵抗
- 少ない工具磨耗
- 最大の材料除去率



送り動作 - エアカットの動作を最適化

全体的なプロセス最適化のために、ツールパスと同様に、機械加工中のエアカット時の動作も考慮されなければなりません。目標は、フライスカッターが材料を出た後、できるだけ速く次のエントリーポイントへの移動を実現することです。この点で円軌道は不利となるため、機械の動作性に依拠してできるだけ直線の経路が選定されます。



- 送り
- ランプ
- 早送り

注記

- トロコイド加工では、最新のCAMシステムや制御システムとともに、可能な限り高い動作性のマシニングセンタが必要です。
- トロコイドシリーズの OptiMill ミーリングカッターによって、最大限の加工パフォーマンスが発揮されます。

平均切り屑厚さ h_m および接触角 ϕ

接触角	$\phi = [^\circ]$	$\cos \phi = 1 - \frac{2 \cdot a_e}{D}$	接触比 a_e/D に依存し、ワーク材質に応じて制限されます。
平均切り屑厚さ	$h_m = [mm]$	$h_m = f_z \sqrt{\frac{a_e}{D}}$	動的供給によってトロコイド加工の間にほぼ一定に維持されます。 平均チップ厚さは $\phi / 2$ で判定される。
刃あたりの送り量	$f_z = \frac{[mm]}{刃}$		制限変数、加工に使用されるCAMシステムで調整されます。
接触幅	$a_e = [mm]$		CAMソフトウェアによって継続的に再計算され、接触角 ϕ が制限されます。
工具径	$D = [mm]$		

