

プラチナ X's ミルリブ用エンドミルシリーズ

Platina X's-mill for Rib Processing

キーワード

リブ溝加工、品質工学、高精度加工、複合超多層コーティング、金型加工、超硬工具、エンドミル、(プラチナ X's ミル)

工具製造所技術一部

釣谷 洋輔

1. はじめに

プラスチック金型のリブ溝加工は従来、放電加工あるいは、割り型により行われてきた。放電加工の場合、電極の加工に時間がかかること、表面に加工変質層が発生するために仕上げの磨き時間がかかることが問題となる。また、割り型の場合、型自体が複雑になり高価になる。

このような背景から近頃は、小径の専用エンドミルでリブ溝を、直接加工するようになってきている。近い将来、ほとんどがエンドミル加工に移行すると思われる。

当社はこれらのニーズを満たすためプラチナ X's ミルリブ用シリーズを商品化した。図1にプラチナ

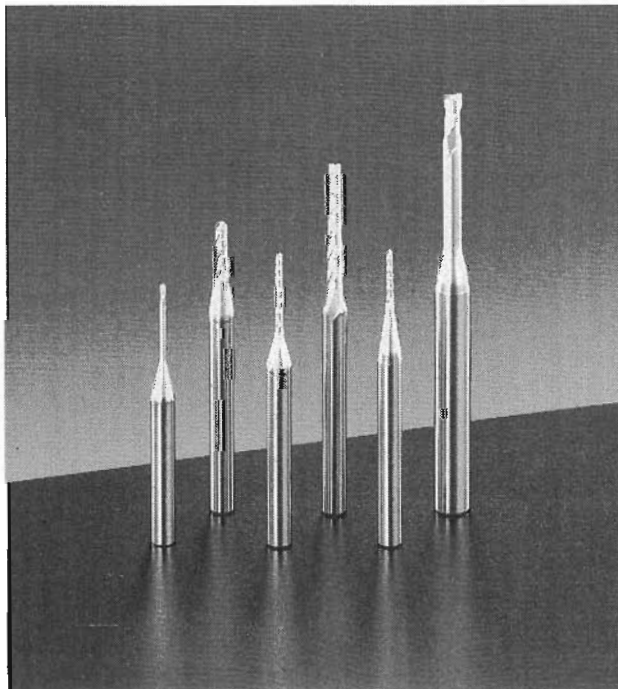


図1 プラチナ X's ミルリブ用エンドミルシリーズの外観

X's ミルリブ用シリーズの外観を示す。

2. 開発方法について

品質工学の手法を用いて形状および材質の最適化を行った。転写性を発展させ、加工精度を時間軸で評価するという新たな基本機能を考案し、実験を行った。その結果、材料、形状及びコーティングの最適条件を見つけることができた。

3. プラチナ X's ミルリブ用シリーズの特長

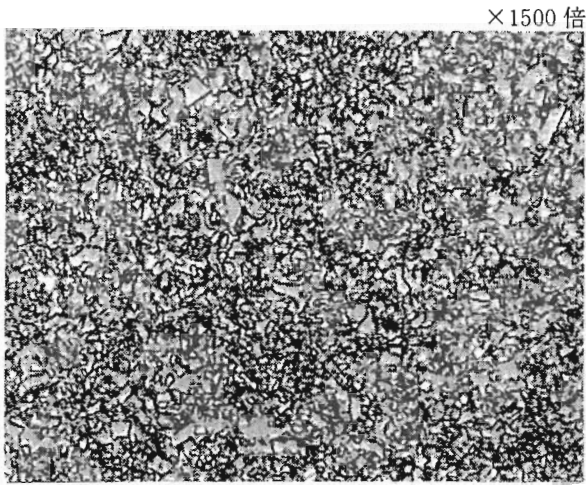
リブ溝加工では、長時間加工精度が維持されることが最も重要となる。そこで、

- (1) 耐摩耗性に優れた複合超多層コーティングの採用
- (2) 加工精度を高めるため、外径の70%心厚を採用
- (3) ビビリの抑制のため、スクエア刃ではシャープエッジを、ボール刃では強S字刃形を採用
- (4) 腰が強く、耐摩耗性に富む微粒系超硬合金を採用

を行った。

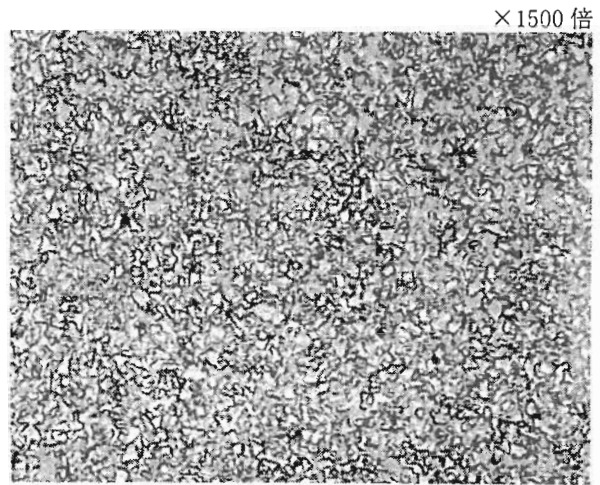
これらにより、長時間にわたる安定加工が約束された。

特に、今回採用した微粒系超硬合金と他社コーティングリブ用エンドミルの母材組織写真及び物性値の比較を、図2に示す。プラチナ X's ミルリブ用シリーズに採用している微粒系超硬合金は、細かな粒子の中に少し大きめの粒子を均等にちりばめることにより、硬さを損なうことなく靱性を備えたリブ用エンドミルには最適の材料である。



硬さ 91.7 HRA
抗折力 3500 N/mm²

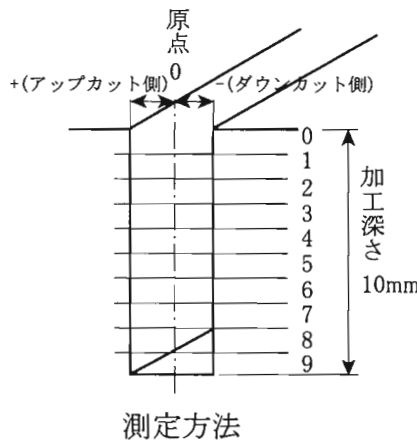
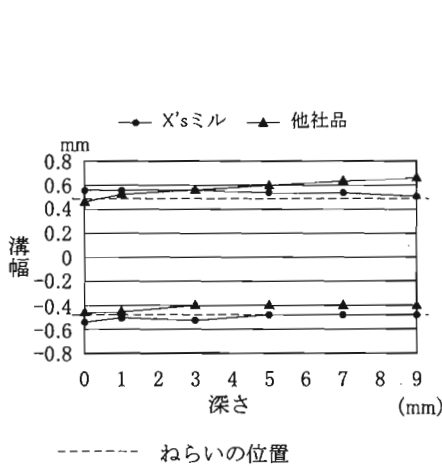
プラチナ X's ミルリブ用シリーズ



硬さ 91.7 HRA
抗折力 2500 N/mm²

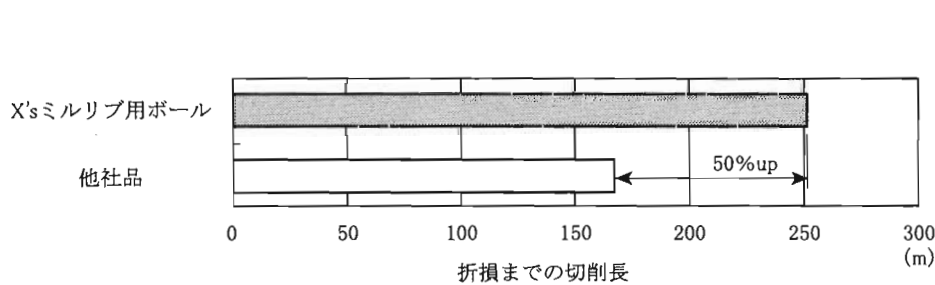
他社品

図2 母材組織写真と物性値



加工条件
 工具寸法 $\phi 1 \times 12$
 回転数 16000min⁻¹
 (50m/min)
 送り速度 400mm/min
 (0.012mm/刃)
 被削材 NAK80 (40HRC)
 切り込み $a_a = 0.02\text{mm}$
 $a_r = 1.0\text{mm}$
 切削油材 不水溶性
 使用機械 NC 立型フライス盤

図3 プラチナ X's ミルリブ用エンドミルで100m加工後のリブ溝の精度



加工条件
 工具寸法 R0.5×12
 回転数 17600min⁻¹
 (55m/min)
 送り速度 220mm/min
 (0.006mm/刃)
 被削材 NAK80 (40HRC)
 切り込み $a_a = 0.025\text{mm}$
 $a_r = 1.0\text{mm}$
 切削油材 不水溶性
 使用機械 NC 立型フライス盤

図4 プラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミル折損寿命

4. 加工事例

4.1 プラチナ X's ミルリブ用エンドミルの切削性能

図3はプラチナ X's ミルリブ用エンドミルで切削長 100m を加工したときのリブ溝の精度を調査した

結果である。他社エンドミルは、加工深さが深くなるとともに傾きが大きくなり、ねらいの位置からのずれが 0.15mm にもなっている。それに対し、プラチナ X's ミルリブ用エンドミルは溝の傾きも小さく、ねらい通りに加工されている。シャープエッジを採用して切れ味を向上させた効果である。

4.2 プラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミルの切削性能

図4はプラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミルと他社品で加工したときの、折損するまでの切削長を比較した結果である。プラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミルは、250m 以上加工できるのに対し、他社エンドミルは 166m で折損した。プラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミルは、1.5 倍の長寿命を実現している。韌性のある母材の効果である。

5. 寸法範囲

プラチナ X's ミルリブ用シリーズにはスクエア、ボール、テーパ刃、テーパ刃ボールの4シリーズがある。表1～表4に各々の製品寸法を紹介する。

表1 プラチナ X's ミルリブ用エンドミル

外径	刃長	全長	首下長さ	シャンク径
0.5	0.7	35	2	3
0.5	0.7	35	4	3
0.5	0.7	35	6	3
0.6	0.9	35	2	3
0.6	0.9	35	4	3
0.6	0.9	35	6	3
0.7	1	45	2	4
0.7	1	45	4	4
0.7	1	45	6	4
0.8	1.2	45	4	4
0.8	1.2	45	6	4
0.8	1.2	45	8	4
0.9	1.35	45	6	4
0.9	1.35	45	8	4
0.9	1.35	45	10	4
1	1.5	45	6	4
1	1.5	45	8	4
1	1.5	45	10	4
1	1.5	45	12	4
1.2	1.8	45	6	4
1.2	1.8	45	8	4
1.2	1.8	45	10	4
1.2	1.8	45	12	4
1.4	2.1	45	6	4
1.4	2.1	45	8	4
1.4	2.1	45	10	4
1.4	2.1	45	12	4
1.4	2.1	50	14	4
1.4	2.1	50	16	4
1.5	2.3	45	6	4
1.5	2.3	45	8	4
1.5	2.3	45	10	4
1.5	2.3	45	12	4
1.5	2.3	50	14	4
1.5	2.3	50	16	4
1.5	2.3	55	18	4
1.5	2.3	55	20	4
1.6	2.4	45	6	4
1.6	2.4	45	8	4
1.6	2.4	45	10	4
1.6	2.4	45	12	4
1.6	2.4	50	14	4
1.6	2.4	50	16	4
1.6	2.4	55	18	4
1.6	2.4	55	20	4
1.7	2.6	45	6	4
1.7	2.6	45	8	4
1.7	2.6	45	10	4
1.7	2.6	45	12	4

6. 切削条件

表5にプラチナ X's ミルリブ用シリーズの基準切削条件を示す。最適切削条件は被削材の種類、加工する機械、工具の加工経路、被削材の保持状態などによっても変わるので、状況に応じて変更して御使用いただきたい。なお、不水溶性切削油剤をたっぷり掛けることを推奨する。

7. おわりに

今回紹介したプラチナ X's ミルリブ用シリーズは、リブ溝加工を高能率かつ高精度に長時間加工することを目的として、品質工学の手法を用いて開発した非常に安定して性能を発揮できるエンドミルである。是非お試しください。

外径	刃長	全長	首下長さ	シャンク径
1.7	2.6	50	14	4
1.7	2.6	50	16	4
1.7	2.6	55	18	4
1.7	2.6	55	20	4
1.8	2.7	45	6	4
1.8	2.7	45	8	4
1.8	2.7	45	10	4
1.8	2.7	45	12	4
1.8	2.7	50	14	4
1.8	2.7	50	16	4
1.8	2.7	55	18	4
1.8	2.7	55	20	4
1.9	2.8	45	6	4
1.9	2.8	45	8	4
1.9	2.8	45	10	4
1.9	2.8	45	12	4
1.9	2.8	50	14	4
1.9	2.8	50	16	4
1.9	2.8	55	18	4
1.9	2.8	55	20	4
2	3	45	6	4
2	3	45	8	4
2	3	45	10	4
2	3	45	12	4
2	3	50	14	4
2	3	50	16	4
2	3	55	18	4
2	3	55	20	4
2.5	3.7	45	8	4
2.5	3.7	45	10	4
2.5	3.7	45	12	4
2.5	3.7	50	14	4
2.5	3.7	55	16	4
2.5	3.7	55	18	4
2.5	3.7	60	20	4
3	4.5	45	8	6
3	4.5	45	10	6
3	4.5	45	12	6
3	4.5	50	14	6
3	4.5	55	16	6
3	4.5	55	18	6
3	4.5	60	20	6
3	4.5	65	25	6

外径許容差：0～20μm

表2 プラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミル

ボール半径	外径	刃長	全長	首下長さ	シャンク径
0.3	0.6	0.9	35	6	3
0.4	0.8	1.2	45	6	4
0.4	0.8	1.2	45	8	4
0.5	1	1.5	45	6	4
0.5	1	1.5	45	8	4
0.5	1	1.5	45	10	4
0.5	1	1.5	45	12	4
0.6	1.2	1.8	45	8	4
0.6	1.2	1.8	45	12	4
0.7	1.4	2.1	45	8	4
0.7	1.4	2.1	45	12	4
0.7	1.4	2.1	50	16	4
0.75	1.5	2.3	45	8	4
0.75	1.5	2.3	45	12	4
0.75	1.5	2.3	50	16	4
0.75	1.5	2.3	55	20	4

ボール半径	外径	刃長	全長	首下長さ	シャンク径
0.8	1.6	2.4	45	12	4
0.8	1.6	2.4	50	16	4
0.8	1.6	2.4	55	20	4
0.9	1.8	2.7	45	8	4
0.9	1.8	2.7	45	12	4
0.9	1.8	2.7	50	16	4
0.9	1.8	2.7	55	20	4
1	2	3	45	8	4
1	2	3	45	12	4
1	2	3	50	16	4
1	2	3	55	20	4
1.5	3	4.5	45	10	6
1.5	3	4.5	55	16	6
1.5	3	4.5	60	20	6
1.5	3	4.5	65	25	6

外径許容差：0～20μm

表3 プラチナ X's ミルリブ用テーパ刃エンドミル

小径	テーパ半角	大径	刃長	全長	シャンク径
0.6	30'	0.67	4	35	3
0.6	1°	0.74	4	35	3
0.6	1° 30'	0.81	4	35	3
0.6	2°	0.88	4	35	3
0.6	30'	0.7	6	35	3
0.6	1°	0.81	6	35	3
0.6	1° 30'	0.91	6	35	3
0.6	2°	1.02	6	35	3
0.8	30'	0.9	6	35	3
0.8	1°	1.01	6	35	3
0.8	1° 30'	1.11	6	35	3
0.8	2°	1.22	6	35	3
0.8	30'	0.97	10	45	4
0.8	1°	1.15	10	45	4
0.8	1° 30'	1.32	10	45	4
0.8	2°	1.5	10	45	4
1	30'	1.14	8	45	4
1	1°	1.28	8	45	4
1	1° 30'	1.42	8	45	4
1	2°	1.56	8	45	4
1	30'	1.21	12	45	4
1	1°	1.42	12	45	4
1	1° 30'	1.63	12	45	4
1	2°	1.84	12	45	4
1.2	30'	1.34	8	45	4
1.2	1°	1.48	8	45	4
1.2	1° 30'	1.62	8	45	4
1.2	2°	1.76	8	45	4
1.2	30'	1.41	12	45	4
1.2	1°	1.62	12	45	4
1.2	1° 30'	1.83	12	45	4
1.2	2°	2.04	12	45	4
1.5	30'	1.64	8	45	4
1.5	1°	1.78	8	45	4
1.5	1° 30'	1.92	8	45	4
1.5	2°	2.06	8	45	4
1.5	30'	1.71	12	45	4
1.5	1°	1.92	12	45	4
1.5	1° 30'	2.13	12	45	4
1.5	2°	2.34	12	45	4
1.5	30'	1.78	16	50	4
1.5	1°	2.06	16	50	4
1.5	1° 30'	2.34	16	50	4
1.5	2°	2.62	16	50	4
1.5	30'	1.85	20	55	4
1.5	1°	2.2	20	55	4
1.5	1° 30'	2.55	20	55	4
1.5	2°	2.9	20	55	4

小径	テーパ半角	大径	刃長	全長	シャンク径
1.6	30'	1.74	8	45	4
1.6	1°	1.88	8	45	4
1.6	1° 30'	2.02	8	45	4
1.6	2°	2.16	8	45	4
1.6	30'	1.81	12	45	4
1.6	1°	2.02	12	45	4
1.6	1° 30'	2.23	12	45	4
1.6	2°	2.44	12	45	4
1.6	30'	1.88	16	50	4
1.6	1°	2.16	16	50	4
1.6	1° 30'	2.44	16	50	4
1.6	2°	2.72	16	50	4
1.6	30'	1.95	20	55	4
1.6	1°	2.3	20	55	4
1.6	1° 30'	2.65	20	55	4
1.6	2°	3	20	55	4
1.8	30'	1.94	8	45	4
1.8	1°	2.08	8	45	4
1.8	1° 30'	2.22	8	45	4
1.8	2°	2.36	8	45	4
1.8	30'	2.01	12	45	4
1.8	1°	2.22	12	45	4
1.8	1° 30'	2.43	12	45	4
1.8	2°	2.64	12	45	4
1.8	30'	2.08	16	50	4
1.8	1°	2.36	16	50	4
1.8	1° 30'	2.64	16	50	4
1.8	2°	2.92	16	50	4
1.8	30'	2.15	20	55	4
1.8	1°	2.5	20	55	4
1.8	1° 30'	2.85	20	55	4
1.8	2°	3.2	20	55	4
2	30'	2.14	8	45	4
2	1°	2.28	8	45	4
2	1° 30'	2.42	8	45	4
2	2°	2.56	8	45	4
2	30'	2.21	12	45	4
2	1°	2.42	12	45	4
2	1° 30'	2.63	12	45	4
2	2°	2.84	12	45	4
2	30'	2.28	16	50	4
2	1°	2.56	16	50	4
2	1° 30'	2.84	16	50	4
2	2°	3.12	16	50	4
2	30'	2.35	20	55	4
2	1°	2.7	20	55	4
2	1° 30'	3.05	20	55	4
2	2°	3.4	20	55	4

小径	テーパ半角	大径	刃長	全長	シャンク径
2.5	30'	2.67	10	45	4
2.5	1°	2.85	10	45	4
2.5	1° 30'	3.02	10	45	4
2.5	2°	3.2	10	45	4
2.5	30'	2.71	12	45	4
2.5	1°	2.92	12	45	4
2.5	1° 30'	3.13	12	45	4
2.5	2°	3.34	12	45	4
2.5	30'	2.78	16	50	4
2.5	1°	3.06	16	50	4
2.5	1° 30'	3.34	16	50	4
2.5	2°	3.62	16	50	4
2.5	30'	2.85	20	55	4
2.5	1°	3.2	20	55	4
2.5	1° 30'	3.55	20	55	4
2.5	2°	3.9	20	55	4
2.5	30'	2.94	25	55	4
2.5	1°	3.37	25	55	4
2.5	1° 30'	3.81	25	55	4
2.5	2°	4.25	25	55	6
2.5	30'	3.02	30	65	4
2.5	1°	3.55	30	65	4
2.5	1° 30'	4.07	30	65	6
2.5	2°	4.6	30	65	6
3	1°	3.87	25	55	4
3	1° 30'	4.31	25	60	6
3	2°	4.75	25	60	6
3	3°	5.62	25	60	6
3	1°	4.4	40	80	6
3	1° 30'	5.09	40	80	6
3	2°	5.79	40	80	6
3	3°	7.19	40	80	8

テーパ半角	外径許容差 (μm)
1° 以下	0～30
1° を超え	0～50

半角許容差：±5'

表4 プラチナ X's ミルリブ用テーパ刃ボールエンドミル

ボール半径	テーパ半角	大径	刃長	全長	シャンク径
0.3	30'	0.66	4	35	3
0.3	1°	0.73	4	35	3
0.3	1° 30'	0.79	4	35	3
0.3	2°	0.86	4	35	3
0.3	30'	0.7	6	35	3
0.3	1°	0.8	6	35	3
0.3	1° 30'	0.9	6	35	3
0.3	2°	1	6	35	3
0.4	30'	0.9	6	35	3
0.4	1°	1	6	35	3
0.4	1° 30'	1.09	6	35	3
0.4	2°	1.19	6	35	3
0.4	30'	0.97	10	45	4
0.4	1°	1.14	10	45	4
0.4	1° 30'	1.3	10	45	4
0.4	2°	1.47	10	45	4
0.5	30'	1.13	8	45	4
0.5	1°	1.26	8	45	4
0.5	1° 30'	1.39	8	45	4
0.5	2°	1.52	8	45	4
0.5	30'	1.2	12	45	4
0.5	1°	1.4	12	45	4
0.5	1° 30'	1.6	12	45	4
0.5	2°	1.8	12	45	4
0.6	30'	1.33	8	45	4
0.6	1°	1.46	8	45	4
0.6	1° 30'	1.59	8	45	4
0.6	2°	1.72	8	45	4
0.6	30'	1.4	12	45	4
0.6	1°	1.6	12	45	4
0.6	1° 30'	1.8	12	45	4
0.6	2°	2	12	45	4
0.75	30'	1.63	8	45	4
0.75	1°	1.75	8	45	4
0.75	1° 30'	1.88	8	45	4
0.75	2°	2.01	8	45	4
0.75	30'	1.7	12	45	4
0.75	1°	1.89	12	45	4
0.75	1° 30'	2.09	12	45	4
0.75	2°	2.29	12	45	4
0.75	30'	1.77	16	50	4
0.75	1°	2.03	16	50	4
0.75	1° 30'	2.3	16	50	4
0.75	2°	2.57	16	50	4
0.75	30'	1.84	20	55	4
0.75	1°	2.17	20	55	4
0.75	1° 30'	2.51	20	55	4
0.75	2°	2.85	20	55	4

ボール半径	テーパ半角	大径	刃長	全長	シャンク径
0.8	30'	1.73	8	45	4
0.8	1°	1.85	8	45	4
0.8	1° 30'	1.98	8	45	4
0.8	2°	2.1	8	45	4
0.8	30'	1.8	12	45	4
0.8	1°	1.99	12	45	4
0.8	1° 30'	2.19	12	45	4
0.8	2°	2.38	12	45	4
0.8	30'	1.87	16	50	4
0.8	1°	2.13	16	50	4
0.8	1° 30'	2.4	16	50	4
0.8	2°	2.66	16	50	4
0.8	30'	1.94	20	55	4
0.8	1°	2.27	20	55	4
0.8	1° 30'	2.61	20	55	4
0.8	2°	2.94	20	55	4
0.9	30'	1.92	8	45	4
0.9	1°	2.05	8	45	4
0.9	1° 30'	2.17	8	45	4
0.9	2°	2.3	8	45	4
0.9	30'	1.99	12	45	4
0.9	1°	2.19	12	45	4
0.9	1° 30'	2.38	12	45	4
0.9	2°	2.58	12	45	4
0.9	30'	2.06	16	50	4
0.9	1°	2.33	16	50	4
0.9	1° 30'	2.59	16	50	4
0.9	2°	2.86	16	50	4
0.9	30'	2.13	20	55	4
0.9	1°	2.47	20	55	4
0.9	1° 30'	2.8	20	55	4
0.9	2°	3.14	20	55	4
1	30'	2.12	8	45	4
1	1°	2.24	8	45	4
1	1° 30'	2.37	8	45	4
1	2°	2.49	8	45	4
1	30'	2.19	12	45	4
1	1°	2.38	12	45	4
1	1° 30'	2.58	12	45	4
1	2°	2.77	12	45	4
1	30'	2.26	16	50	4
1	1°	2.52	16	50	4
1	1° 30'	2.79	16	50	4
1	2°	3.05	16	50	4
1	30'	2.33	20	55	4
1	1°	2.66	20	55	4
1	1° 30'	3	20	55	4
1	2°	3.33	20	55	4

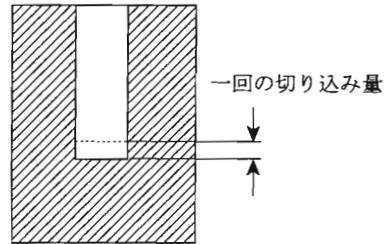
ボール半径	テーパ半角	大径	刃長	全長	シャンク径
1.25	30'	2.65	10	45	4
1.25	1°	2.81	10	45	4
1.25	1° 30'	2.96	10	45	4
1.25	2°	3.11	10	45	4
1.25	30'	2.69	12	45	4
1.25	1°	2.88	12	45	4
1.25	1° 30'	3.06	12	45	4
1.25	2°	3.25	12	45	4
1.25	30'	2.76	16	50	4
1.25	1°	3.02	16	50	4
1.25	1° 30'	3.27	16	50	4
1.25	2°	3.53	16	50	4
1.25	30'	2.83	20	55	4
1.25	1°	3.15	20	55	4
1.25	1° 30'	3.48	20	55	4
1.25	2°	3.81	20	55	4
1.25	30'	2.91	25	55	4
1.25	1°	3.33	25	55	4
1.25	1° 30'	3.74	25	55	4
1.25	2°	4.16	25	60	6

半角許容差：±5'

表5 プラチナ X's ミルリブ用エンドミル切削条件

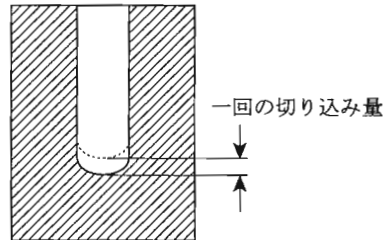
1. プラチナ X's ミルリブ用エンドミル

外径	炭素鋼・合金鋼・プレハードン鋼		
	回転数 min ⁻¹	送り速度 mm/min	一回の切り 込み量 mm
0.5	32,000	280	0.005
0.6	26,000	320	0.01
0.7	23,000	400	0.01
0.8	20,000	400	0.01
0.9	18,000	400	0.015
1.0	16,000	400	0.02
1.2	13,300	400	0.02
1.4	11,400	400	0.02
1.5	10,600	400	0.025
1.6	10,000	400	0.025
1.7	9,400	400	0.025
1.8	8,900	400	0.03
1.9	8,400	400	0.03
2.0	8,000	400	0.03
2.5	6,400	400	0.05
3.0	5,300	400	0.08



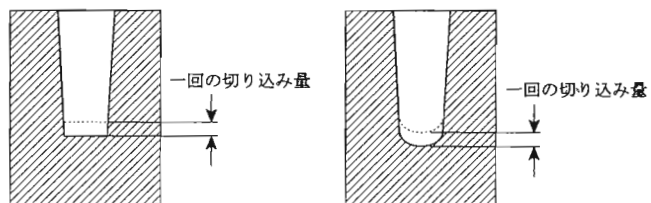
2. プラチナ X's ミルリブ用ボールエンドミル

ボール 半径	炭素鋼・合金鋼・プレハードン鋼		
	回転数 min ⁻¹	送り速度 mm/min	一回の切り 込み量 mm
R0.3	26,000	280	0.01
R0.4	20,000	350	0.02
R0.5	16,000	400	0.03
R0.6	13,300	400	0.05
R0.7	11,400	400	0.06
R0.75	10,600	400	0.07
R0.8	10,000	400	0.08
R0.9	8,900	400	0.09
R1	8,000	400	0.1
R1.25	6,400	400	0.15
R1.5	5,300	400	0.2



3. プラチナ X's ミルリブ用テーパ刃エンドミル・テーパ刃ボールエンドミル

外径	炭素鋼・合金鋼・プレハードン鋼		
	回転数 min ⁻¹	送り速度 mm/min	一回の切り 込み量 mm
0.6	26,000	400	0.01
0.8	20,000	500	0.02
1	16,000	500	0.03
1.2	13,300	500	0.03
1.5	10,600	500	0.03
1.6	10,000	500	0.04
1.8	8,900	500	0.04
2	8,000	500	0.05
2.5	6,400	500	0.05
3	5,300	500	0.08



4. プラチナ X's ミルリブ用エンドミルシリーズの切削条件に対する注意事項

- (1) 高速高精度対応の機械の場合は、切削速度は1.2倍、送り速度は1.2~2倍に上げてお使い下さい。
- (2) コーナ部の加工は、送り速度を1/2に下げてください。
- (3) 不水溶性の切削液の使用をおすすめします。
- (4) 一回の切り込み量は、首下長さにより調整下さい。
- (5) 高速回転での加工ですので、取付け振れを抑えて下さい。