

エックス  
**X's ミルジオシリーズ**  
X's mill Geo series

キーワード

高能率加工, 溝重切削, 高剛性, 特殊溝形状, 複合多層膜, 耐摩耗性

機械工具事業部 工具技術部

小幡 光由

## 1. はじめに

「エコ & ECO」のコンセプトは、高能率加工とドライ化である。高能率加工法としては、主軸の高回転と送り速度の増加があり、エンドミル加工では薄切り高送りと重切削高送りの2通りがある。これまでの超硬エンドミルは、その材料特性から前者を標榜するものであったが設備投資意欲の減退から、新規に高価な高速型 MC を購入できない状況にある。そこで従来 MC を使用しても高能率加工ができる工具の開発が世の中のニーズとして求められてきた。

このような背景の中、高速加工だけでなく汎用機械による高能率加工をも可能にしたコーティング超硬ソリッドエンドミル「X's ミルジオ」を商品化したので紹介する。

自身の剛性を上げ、さらにランド幅を増やし、刃先の剛性を上げることにより、折損強度を飛躍的に向上した。

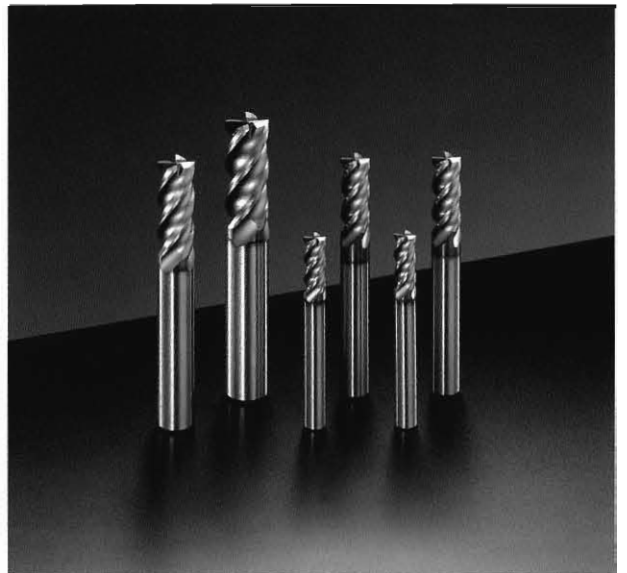


写真 1

## 2. X's ミルジオの特長

### 2.1 使用上の特長

- ① 一般鋼から焼入鋼までの汎用加工から高能率加工までの幅広い加工が可能である。
- ② 4 枚刃でありながら、溝の高能率加工が可能である。
- ③ 独自の剛性設計により、折損強度が非常に高い。
- ④ 比較的強いねじれ角を持つため、高品位な仕上げ加工にも対応する。

### 2.2 X's ミルジオの特長

写真 1 は、X's ミルジオの外観形状である。また表 1, 2 に X's ミルジオシリーズの寸法範囲を示す。

- ① 図 1 に示すように心厚を太くし、エンドミル

表 1 X's ミルジオスクエア刃の寸法範囲

単位 mm

外径 D	刃長 l	全長 L	シャンク径 d
2	6	50	4
3	8	50	6
4	11	50	6
5	13	60	6
6	13	60	6
7	16	70	8
8	19	80	8
9	19	90	10
10	22	90	10
11	22	90	12
12	26	90	12
14	26	110	16
15	26	110	16
16	32	115	16
18	32	120	20
20	38	125	20

② 心厚増加にともなうチップポケットの減少を図1に示すように、滑らかな曲凹面にすることで切りくず離れを向上させた。また、底刃はギャッシュ角を大きくすることで切りくず排出性を向上させ、4枚刃にもかかわらず高能率溝加工を可能にした。

③ 写真1に示すように X's ミルジオは、比較的大きなねじれ角 40°を採用した。これは、ねじれ剛性を低下させず加工面精度を維持する絶妙なバランスを持ち、高精度な側面加工をも可能にした。  
④ 耐熱性・耐摩耗性を飛躍的に高めた複合多層の新膜 TiAlN 系コーティングの採用により長寿命を確立した。

表2 X's ミルジオラジアスの寸法範囲

外径 D	コーナー半径 R	刃長 l	全長 L	ジャンク径 d	
3	0.2	8	50	6	
	0.5				
4	0.2	11			
	0.5				
	1.0				
5	0.2	13	60		
	0.5				
	1.0				
6	0.3			19	80
	0.5				
	1.0				
	1.5				
8	0.3	22	90		
	0.5				
	1.0				
	1.5				
	2.0				
10	0.3	26	12		
	0.5				
	1.0				
	1.5				
12	0.5	32	115		
	1.0				
	1.5				
	2.0				
16	0.3	38	125		
	0.5				
	1.0				
	1.5				
20	1.0	38	125	20	
	1.5				
	2.0				
	3.0				

### 3. X's ミルジオの切削性能

X's ミルジオによる加工事例を紹介する。

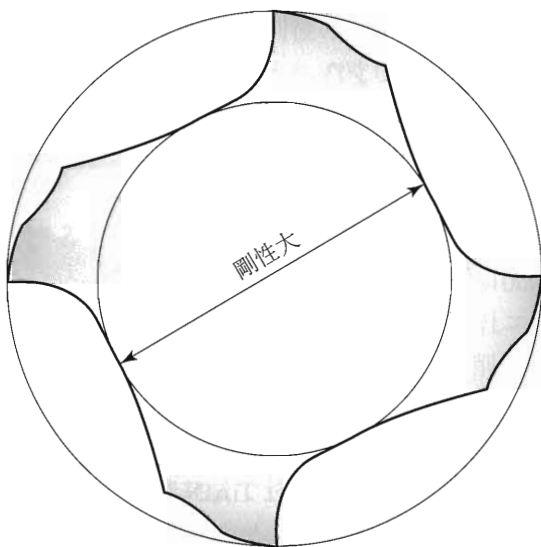
#### 3.1 ダイス鋼の溝加工性能

図2は、SKD11 (180HB)を X's ミルジオφ10mmで溝加工したときの他社 TiAlN エンドミルとの比較である。この加工は、切削速度を 80m/min (2550min<sup>-1</sup>)と一定にし、aa=10mm, ar=10mm の溝加工を1溝 (L=200mm) 毎に送りを 100mm/min ずつ増加させ、折損強度を確認したものである。

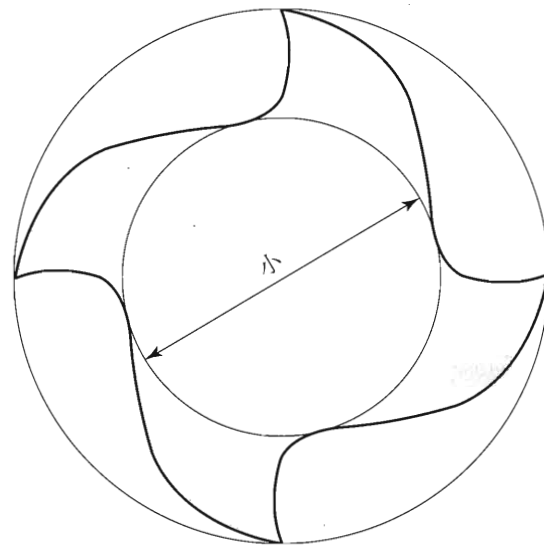
他社品は、1600mm/min で折損しているのに対し、X's ミルジオは、送り 2100mm/min まで切削可能であり約 1.4 倍の折損強度であった。

このテストは、溝加工の限界を確認したものであり、通常の加工では表3を参考に切削条件を決めて頂きたい。

また、写真2に切削中の切りくずを、図3に切りくずの色と温度の関係を示す。X's ミルジオの切りくずは淡青色に対して他社品の切りくずは黄緑色



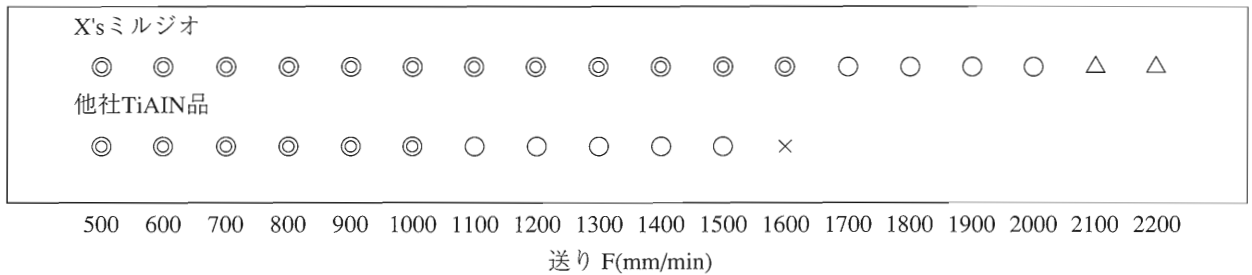
X's ミルジオ



X's ミル 4 枚刃

図1 断面形状の比較

◎：安定した加工が可能    ○：加工可能    △：欠け発生    ×：折損



### 加工条件

工具寸法	φ10S4	被削材	SKD11 (180HB)
回転数	2,550min <sup>-1</sup> (80m/min)	切り込み	aa=10mm ar=10mm
送り速度	500mm/min (0.049mm/刃) より	切削油剤	なし (ドライ)
	100mm/min ずつ増加	使用機械	立型 NC フライスマシン

図2 溝加工—折損強度確認テストの結果

表3 X's ミルジオの基準切削条件

被削材	炭素鋼 鋳鉄 SS-, S-C, FC-		合金鋼 SCM プレハードン鋼		ステンレス鋼		調質・焼入鋼		耐熱合金 チタン合金	
	150~250HB		25~35HRC				40~50HRC		20~45HRC	
切削条件 外径	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min	回転数 min <sup>-1</sup>	送り速度 mm/min
	2	9000	720	6000	430	5500	320	4000	320	2600
4	6600	800	4500	450	4000	320	3000	380	2000	120
6	4800	960	3000	480	3000	480	2500	380	1200	120
8	3600	1000	2200	610	2000	520	2000	400	1000	140
10	2800	1000	1800	610	1700	550	1500	400	800	160
12	2400	950	1500	550	1500	500	1200	380	700	140
14	2200	880	1300	490	1200	430	1000	360	600	130
16	1800	650	1100	420	1000	360	800	300	500	120
18	1600	580	1000	360	900	340	750	270	450	110
20	1400	500	900	330	820	300	700	250	400	100
側面	aa	1.5D								
	ar	0.1D					0.05D			
溝	H	1.0D			0.5D		0.2D			

・注意

- 安定した切削を行うため、剛性の高い機械（主軸 BT50 を推奨）を使用して下さい。
- ワークや機械により振動や異音が発生するときは、状況に応じて切削条件を変更して下さい。

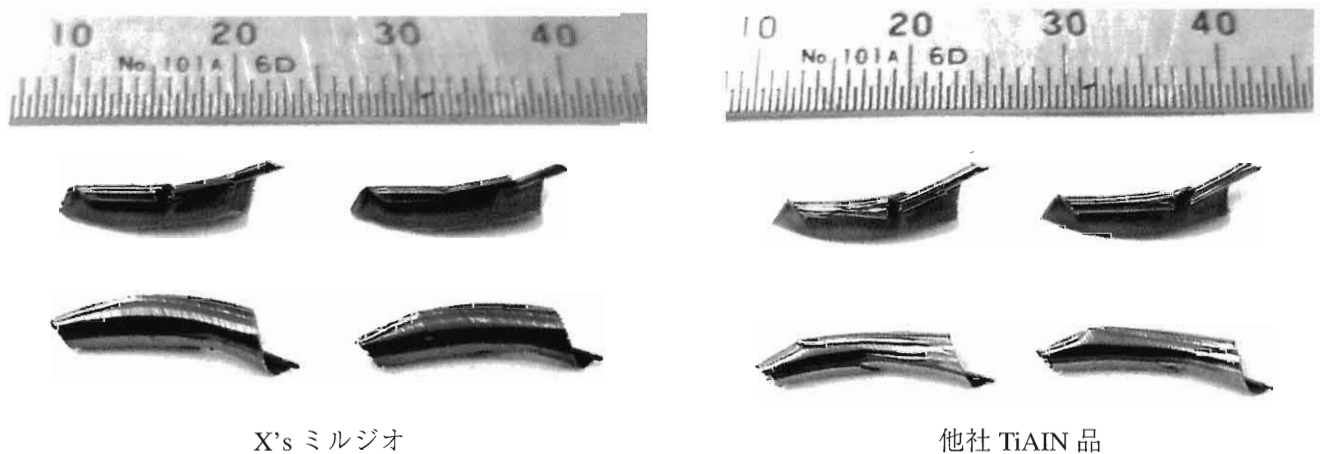
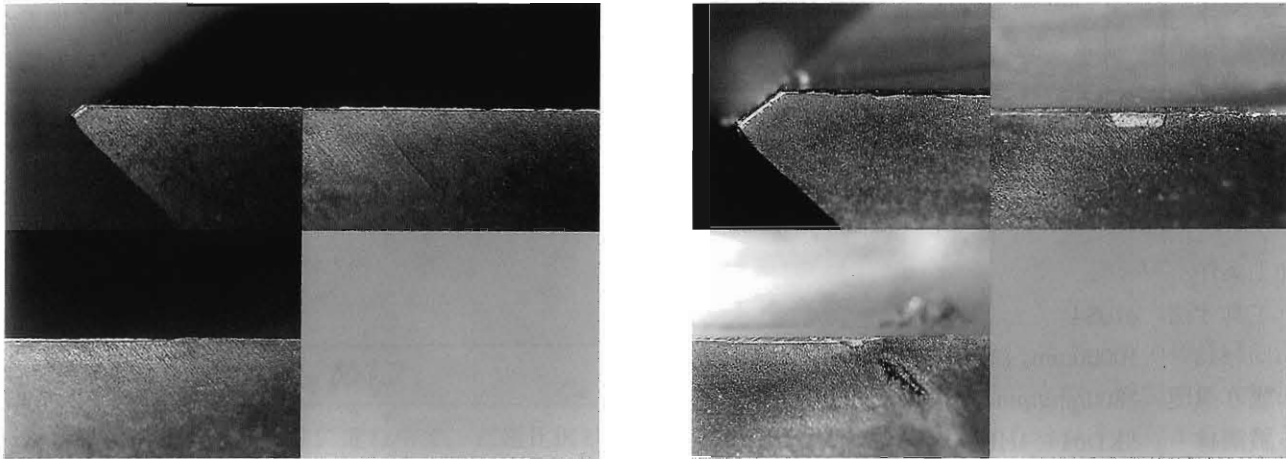


写真2 SKD11 (生材) 溝切削後の切りくず写真



図3 切りくずの色と温度の関係



X's ミルジオ

他社 TiAlN 品

写真3 S50C (28HRC)を 50m 側面切削後の摩耗写真

であり、他社品の方が発熱が大きいことが判る。

これは X's ミルジオ形状の特長から切れ味を損なうことなく高剛性を得ている効果である。

### 3.2 調質炭素鋼の側面加工性能

図4, 写真3は, S50C(28HRC)を X's ミルジオ(10mm)で側面切削した時の他社 TiAlN 品との比較である。加工条件は, 切削速度 88m/min(2800min<sup>-1</sup>), 送り速度 1000mm/min (0.09mm/刃), aa=10mm, ar=1.0mm である。

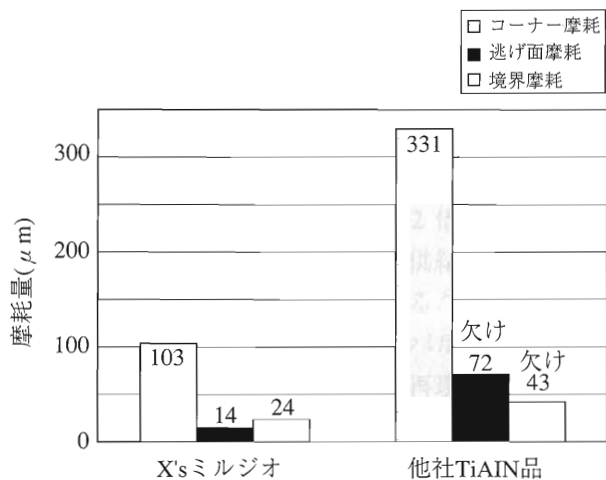
X's ミルジオは, 50m 切削後の摩耗量が他社品比 1/3 で正常摩耗であった。それに対して他社品は, 逃げ面, 境界面にチッピングが見られ, 逃げ面では切れ刃が後退しておりクレーター摩耗が見られた。

### 3.3 焼入れダイス鋼の高速側面加工性能

図5は, SKD61 (51HRC) を X's ミルジオφ10mm で V=314m/min の高速で側面加工した時の他社エンドミルとの比較である。加工条件は, 切削速度 314m/min, 送り速度 2800mm/min, aa=10mm, ar=0.2mm である。

100m 切削後の摩耗量で比較すると, X's ミルジオは他社品に比べ, 摩耗が小さく安定した加工が可能である。

このように X's ミルジオは, 生材の重切削から高

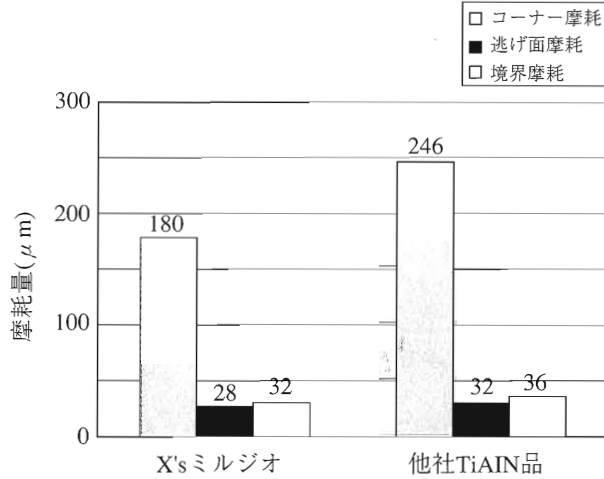


加工条件

- 工具寸法 φ10S4
- 回転数 2800min<sup>-1</sup> (80m/min)
- 送り速度 1000mm/min (0.09mm/刃)
- 被削材 S50C (28HRC)
- 切り込み aa=10mm ar=1.0mm
- 切削方向 ダウンカット
- 切削油剤 なし (ドライ)
- 使用機械 立型 NC フライス盤

図4 S50C (28HRC)を 50m 側面切削後の摩耗量

硬度材の仕上げ加工まで幅広い領域に適応していることがわかる。



加工条件

- 工具寸法  $\phi 10S4$
- 回転数  $10000\text{min}^{-1}$  (314m/min)
- 送り速度 2800mm/min (0.07mm/刃)
- 被削材 SKD61 (51HRC)
- 切り込み aa=10mm ar=0.2mm
- 切削方向 ダウンカット
- 切削油剤 なし (ドライ)
- 使用機械 立型 NC フライス盤

図5 SKD61 (51HRC)を 100m 側面切削後の摩耗量

4. おわりに

今回紹介した X's ミルジォは、一般鋼から焼入鋼までの汎用加工から高能率加工まで多岐にわたって使用できることを目的に開発したものである。また、「エコ & ECO」のコンセプトである加工時間の短縮、工程の短縮を実現した上に、完全ドライ加工が可能なことから環境への対応も考慮されている工具であり、生産性、環境性の向上に大いに寄与できる工具である。是非お試し下さい。