

—— 設計者・技術者のための ——

# リーマ製造

## 技術ハンドブック



CHAPTER

1

リーマの基礎知識

- 1.リーマはどのような工具? . . . . . p.03
- 2.リーマの各部位について . . . . . p.04
- 3.リーマの加工時に起きるトラブルと  
その対策について . . . . . p.06
- 4.リーマの設計のポイント . . . . . p.10

CHAPTER

2

リーマの形状

- 1. ねじれ角の種類と用途 . . . . . p.13
- 2. 刃数の違いによるメリット  
・デメリット . . . . . p.15

CHAPTER

3

リーマ製品事例集

. . . . . p.16

## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■リーマはどのような工具？

リーマとは、ドリルなどで開けられた穴の寸法精度、面粗度、幾何公差を整える為の、仕上げ加工用の切削工具です。リーマは、ドリルと違い、リーマのみで穴を開けることはできません。開けられた穴に高い精度の仕上げを行うために用いられます。

リーマに求められることは、下穴の歪みや曲がりを取り除き、より真円に近い状態に加工できること（真円度、振れ精度）、切りくずの処理がスムーズであること（排出性）、切削熱に強いこと（耐熱性）、長期間使用出来ること（高寿命、耐摩耗性）が挙げられます。これらを満たすためには、ワークのことを理解し、仕上がり寸法や使用する機械、環境に合わせて設計する必要があります。しかし、誤った設計になっていると、リーマが異常摩耗を起こしたり折損してしまったり、またワークを傷つけてしまうといったトラブルを起こしてしまいます。



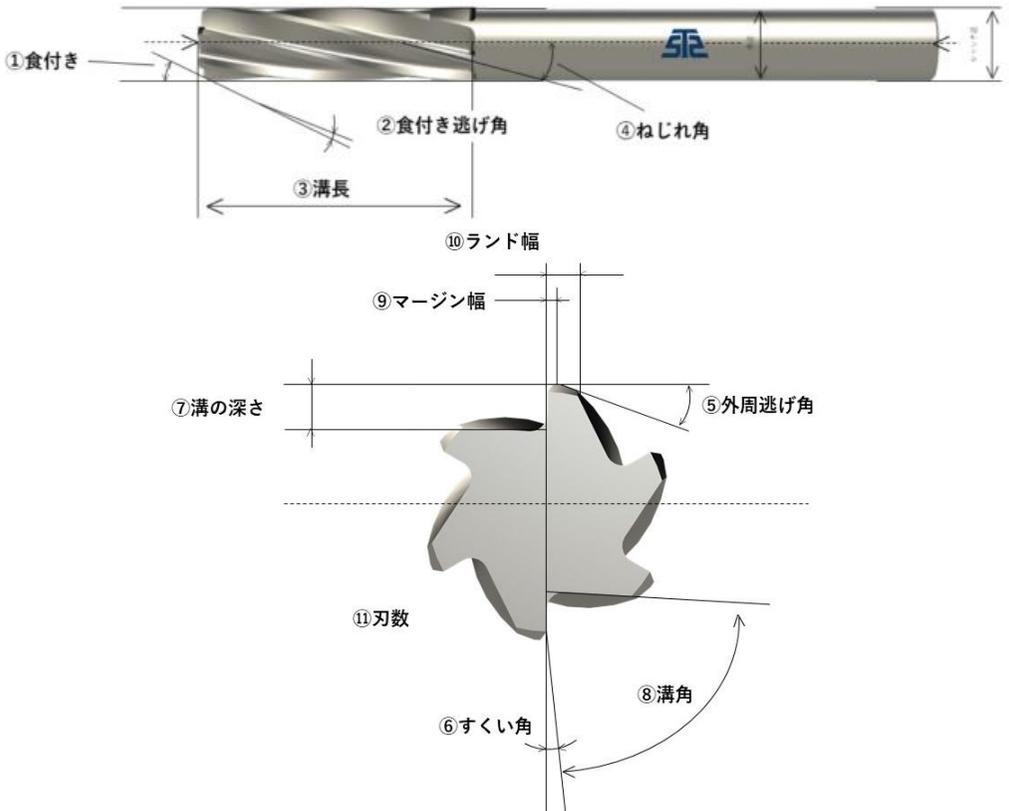
CHAPTER

# 1 リーマの基礎知識

## ■ リーマの各部位について

### ①食付き

リーマが被削材に食付いて主として切削作用を行う部分です。切削を行いながら下穴を広げる役割を持ちます。食付き角を小さくすると、スラスト抵抗が減少しバニシング作用が増大するため、穴の仕上げ面精度は向上します。反対に、食付き角を大きくすると、スラスト抵抗が増加しバニシング作用が減少するため、穴の仕上げ面精度は低下します。



## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■ リーマの各部位について

## ②食付き逃げ角

食付き角に平行な面と、食付き切れ刃の逃げ面の傾きを表す角度です。被削材との接触を防ぐ役割を持ちます。リーマの切削性能や仕上げ面の品質に大きな影響を与えます。

食付き逃げ角を小さくすると、被削材との隙間がなくなり、切れ刃の摩耗が急速に進行します。反対に、食付き逃げ角を大きくすると、切れ刃強度が低下し、チッピングや欠損が発生します。

## ③溝長

切れ刃先端から溝の終わりまでの長さのことです。溝長は穴の加工精度やリーマの寿命に影響を与えます。

溝長を短くすると、リーマの剛性が向上しますが、切りくず排出性が悪くなります。反対に、溝長を長くすると、リーマの剛性が低下しますが、切りくず排出性が良くなります。

## ④ねじれ角

ねじれのつる巻線とその上の一点を通るリーマの軸に平行な直線とがなす角のことです。リーマ軸に溝が平行な状態を直刃リーマと呼び、取付け方向から見て切れ刃が時計回りにねじれている状態を右ねじれ刃リーマ、切れ刃が反時計回りにねじれている状態を左ねじれ刃リーマといいます。

ねじれ角を小さくすると、すくい角が小さくなり切削抵抗が大きくなりますが、リーマの剛性が向上します。逆に、ねじれ角を大きくすると、すくい角が大きくなり切削抵抗が小さくなりますが、リーマの剛性が低下します。

## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■ リーマの各部位について

## ⑤外周逃げ角

軸に垂直な面で、仕上げ面に対する外周切れ刃の逃げ面の傾きを表す角度です。外周逃げ角が複数からなる場合は切れ刃に近い方から順に第1外周逃げ角、第2外周逃げ角といいます。

逃げ角を小さくするとリーマの剛性が向上しますが、切削抵抗が増加します。反対に、逃げ角を大きくすると切れ刃が鋭利になり切削抵抗が減少しますが、チッピングや欠損が生じやすくなります。

## ⑥すくい角

基準面に対するすくい面の傾きを表す角度です。仕上げ面粗さを向上させます。

すくい角を小さくすると刃先強度が向上しますが、切削抵抗が増加し、切れ味が低下します。反対に、すくい角を大きくすると切削抵抗が減少し、切れ味が向上しますが、刃先強度が低下します。

## ⑦溝の深さ

外周から溝底までの深さのことです。切りくずを排出させるためのものです。溝が浅いと刃厚が大きくなりリーマの剛性が向上しますが、切りくずが詰まり折損しやすくなります。反対に、溝が深いと刃厚が小さくなりリーマの剛性が低下しますが、切りくず排出性が良くなります。

## ⑧溝角

溝の角度のことです。切りくずの排出性に影響します。溝角が小さいと刃厚が大きくなりリーマの剛性が向上しますが、切削抵抗が増加し、切りくずの排出性が悪くなります。反対に、溝角が大きいと刃厚が小さくなりリーマの剛性が低下しますが、切削抵抗が減少し、切りくず排出性が良くなります。

## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■ リーマの各部位について

## ⑨バックテーパ

リーマの先端からシャンクに向かって僅かに細くなる形状のことです。穴内壁とリーマとの摩擦を減少させることにより、切削抵抗を抑えます。

## ⑩ランド

切れ刃からヒールまでの堤状の幅を持った部分です。加工面の仕上がりに影響を与えます。ランドを小さくすると切削抵抗が減少し、リーマの寿命が延びますが、面粗度が低下します。反対に、ランドを大きくすると面粗度が向上しますが、切削抵抗が増加し、リーマの摩耗が進行します。

## ⑪刃数

円周上の切れ刃の数です。加工面の仕上がりに影響を与えます。一般的にリーマは刃数が多いほど仕上げ面粗さが向上します。リーマの刃数は3~8枚刃が使用されます。

リーマの刃数が少ないと切りくず排出性が良くなり、切削抵抗が減少しますが、加工穴の真円度が低下します。反対に、リーマの刃数が多いと加工穴の真円度が向上しますが、切りくず排出性が悪くなり、切削抵抗が増大します。

CHAPTER

# 1 リーマの基礎知識

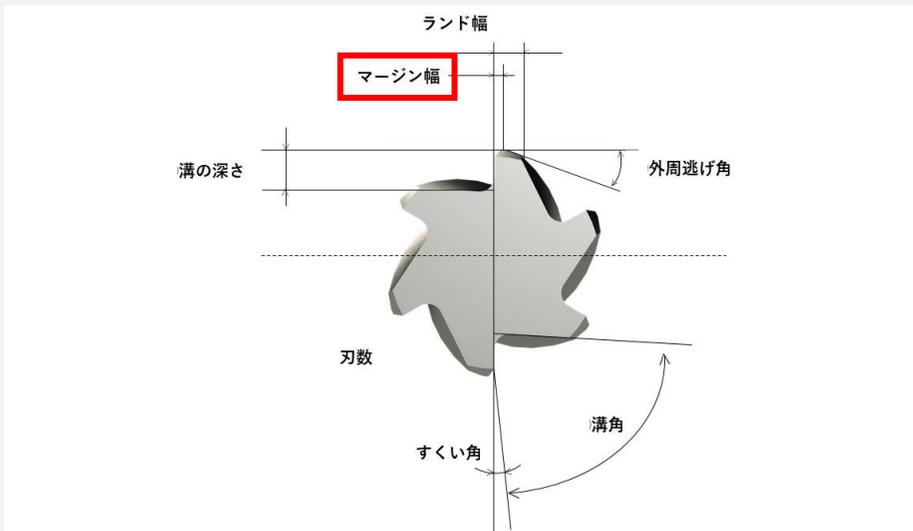
## ■リーマの加工時に起きるトラブルとその対策について

### ①寿命が短い

工具寿命と判断している現象を確認して、その要因を追究し対策を取ります。工具材質やコーティング膜種の見直しは当然のことですが、リーマの基本設計と加工条件を変更することでも改善が図れることがあります。

### ②加工面が荒れてしまう

要因は、リーマの加工目的の1つであるバニッシュ効果が適切でないことが挙げられます。マージン幅を小さくし過ぎたり、切削しろを大きくし過ぎたりすることでバニッシュ効果が小さくなり、切削作用が大きくなることで穴径は所定の狙い値よりも大きくなる傾向にあります。その逆にマージン幅を大きくし過ぎたり、切削しろを小さくし過ぎたりすることでバニッシュ効果が大きくなり、切削作用が小さくなることで穴径は所定の狙い値よりも小さくなる傾向にあります。リーマは、先端の食い付きで切削をし、外周刃でバニッシングをして加工径や面粗度、精度を仕上げる工具である為、このバランスを合わせる事が重要です。



## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■ リーマの加工時に起きるトラブルとその対策について

**③加工面にツールマークがつく**

要因は、大きく分けて4種類ございます。前工程のドリルがつけたもの、ドリルの切屑がつけたもの、リーマの切屑がつけたもの、リーマ自体がつけたもの。工具がツールマークを付けている場合には、芯ずれによって発生している可能性があり、芯ずれの要因を特定して対策する必要があります。特に工具が傾いて取り付くことによって、刃が均一にワークに当たっていないことが多いです。それぞれの要因に合わせた加工条件の見直し、取り代の見直し、リーマの設計が重要になります。

**④加工面が荒れてしまう**

要因として、潤滑が適正に行われておらず、溶着やかじり、焼き付きが発生や切りくずの排出が上手く行われていない可能性があります。また、また、マージンの設定が適切でない場合に溶着が発生することがあります。

**⑤穴が曲がってしまう**

下穴に倣ってリーマが加工されていくため、リーマではなく下穴に要因があり、下穴が曲がっている場合にはリーマが倣ってしまわないようにする必要があります。その場合、先端食い付き角を大きくすることや、硬度の高い材質への変更（ハイス⇒超硬）で対策できます。

**⑥穴の真円が出ない**

芯ずれが発生している可能性があります。取付時に工具が傾いているという使用環境の問題から、切削しろが小さいことで下穴の加工状態からリーマでの補正が出来ておらず真円が出ていないという設計の問題まで、要因が多く、これらを特定して対策する必要があります。

## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■ リーマの設計のポイント

設計のポイントは7つあり、①工具材質、②寸法設定、③振れ精度、④ねじれ、⑤食い付き形状、⑥マージン、⑦刃数です。

## ①工具材質

被加工物や使用機械の加工条件に合わせて選定をします。主に、ハイスと超硬の2種類の材質が挙げられます。この他にも、特殊な条件下で使用されるサーメットやダイヤモンドもあります。ハイスは超硬と比較すると、韌性が高く耐折損性や耐欠損性に優れている反面、硬度が低い（HRc60～68前後）ことから高硬度材の加工には向かず、耐熱性も劣る為、高い加工条件下での使用には向きません。一方で超硬は、硬度が高い（HRA90～94前後）ことで韌性が低く、衝撃によって折損や欠損することがありますが、要求精度が厳しく工具のたわみを抑えたい場合には望ましいです。

## ②寸法設定

下穴の寸法と仕上がり寸法によって決まります。リーマでの切削しろは、一般的に径で0.05～0.3mm程度とされています。これ以上の切削しろは、切削抵抗が大きくなり、熱損傷や切りくずの噛み込みにより仕上げ面が荒れてしまう可能性があります。

## ③振れ精度

径や長さによって異なってきますが、一般的に円周振れでレンジ5 $\mu$ m以下に仕上がっています。

## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■リーマの設計のポイント

## ④ねじれ

リーマの回転方向が右回転である前提としたとき、同じ方向にねじれている「右ねじれ」、反対方向にねじれている「左ねじれ」、ねじれていない「直刃」の3種類があります。右回転で使用されることから刃は右刃になる為、「右刃右ねじれ」「右刃左ねじれ」「右直刃」と表現されます。一般的には「右刃右ねじれ」「右直刃」に設定されます。「右刃左ねじれ」は、食い付き部の切削性が下がってしまい切削抵抗が増大するデメリットがありますが、加工後の拡大しろが小さいことから穴の寸法精度が厳しい際に設定することがあります。また、切りくずがリーマの進行方向に対して排出されるため、通り穴である必要があります。

## ⑤食い付き形状

食い付き角度は加工精度に直結する重要な要素であり、スラスト抵抗や仕上げ面粗さ、寸法精度を大きく左右します。一般に、この角度を小さく設定するとスラスト抵抗が減少するため、仕上げ面粗さの向上や寸法精度の安定化が見込めます。しかし、小さい角度で取り代が多い場合には切りくず排出が悪化し、加工面に傷がつくリスクがあるため適切な設定が必要です。また、角度が小さいと下穴に食いやすくなる特性があるため、真直度や真円度の修正を目的とする場合には、食い付き角度を大きくして切削作用を強める必要があります。そうした中で、一般的には仕上げ面粗さや抵抗、工具寿命のバランスが最も優れているという経験則から、45°に設定されることが多くなっています。

## CHAPTER

## 1

## リーマの基礎知識

## ■リーマの設計のポイント

## ⑥マージン

穴に面で接触しますので寸法精度、面粗度に大きな影響を与えます。小さくすることで切削抵抗や切削トルクは低減できますが、バニッシュ効果は減少します。一方で大きくすることで、バニッシュ効果の増大だけでなくガイドとしての役割が大きくなり、真円度の改善やビバリ対策に繋がりますが、大きくしすぎると切削抵抗が増大して摩擦熱が発生することでの溶着のリスクや加工精度の悪化に繋がります。

## ⑦刃数

3～8枚刃が一般的です。刃数が増えるほど接点が増え真円に近くなり、マージンも増えることでバニッシュ効果が増大しますが、増やしすぎると切りくずの排出性が低下し、切りくずのつまりや噛み込みが発生します。また、切削トルクの増大にも繋がります。

3枚刃



4枚刃



5枚刃



6枚刃



7,8枚刃



## CHAPTER

## 2

## リーマの形状について

## ■ねじれ角の種類と用途

ねじれのつる巻線とその上の一点を通るリーマの軸に平行な直線とがなす角のことです。リーマ軸に溝が平行な状態を直刃リーマと呼び、取付け方向から見て切れ刃が時計回りにねじれている状態を右ねじれ刃リーマ、切れ刃が反時計回りにねじれている状態を左ねじれ刃リーマといいます。

ねじれ角は $8^{\circ}$ ~ $15^{\circ}$ に設定されています。ねじれ角を小さくすると、すくい角が小さくなり切削抵抗が大きくなりますが、リーマの剛性が向上します。反対に、ねじれ角を大きくすると、すくい角が大きくなり切削抵抗が小さくなりますが、リーマの剛性が低下します。使用用途や加工条件などに応じてねじれの種類を選択する必要があります。



CHAPTER

2

リーマの形状について

■ねじれ角の種類と用途

リーマのねじれ角はねじれの種類により、直刃リーマ、右ねじれ刃リーマ、左ねじれ刃リーマの3種類に分けられます。

直刃リーマはリーマ軸の溝が平行で、切削抵抗が大きく、剛性が高く、真円度を向上させる点が特徴です。

右ねじれ刃・左ねじれ刃リーマは、切削抵抗が小さく、真円度・切削効率を向上させる点が特徴です。

リーマのねじれ角		
ねじれの種類	ねじれ角	特徴・用途
直刃リーマ	0°	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リーマ軸の溝が平行な状態</li> <li>・主にバニシングリーマを使用</li> <li>・切削抵抗が大きい</li> <li>・剛性が高い</li> <li>・穴の表面の仕上がりを良くする</li> <li>・真円度を良くする</li> </ul>
右ねじれ刃リーマ	約 8°~ 15°	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切れ刃が時計回りにねじれている状態</li> <li>・主にスパイラルリーマを使用</li> <li>・切削抵抗が小さい</li> <li>・真円度を良くする</li> <li>・切削効率を向上させる</li> </ul>
左ねじれ刃リーマ	約 8°~ 15°	<ul style="list-style-type: none"> <li>・切れ刃が反時計回りにねじれている状態</li> <li>・主にスパイラルリーマを使用</li> <li>・切削抵抗が小さい</li> <li>・真円度を良くする</li> <li>・切削効率を向上させる</li> </ul>

CHAPTER

# 2 リーマの形状について

## ■刃数の違いによるメリット・デメリット

円周上の切れ刃の数です。加工面の仕上がりに影響を与えます。一般的にリーマは刃数が多いほど仕上げ面粗さが向上します。リーマの刃数は3~8枚刃が使用されます。

リーマの刃数		
刃数	図	特徴 (メリット・デメリット)
少ない	3枚刃	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・切りくず排出性が良い</li> <li>・切削抵抗が小さい</li> <li>・工具寿命が延びる</li> </ul>
	4枚刃	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・加工穴の真円度が低下する</li> <li>・切削面の仕上がりが粗くなる傾向にある</li> </ul>
多い	5枚刃	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・加工穴の真円度が向上する</li> <li>・高精度な加工が可能である</li> <li>・切削面が滑らかな仕上がりになる</li> </ul>
	6枚刃	
	7枚刃	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・切りくず排出性が悪い</li> <li>・切削抵抗が大きい</li> <li>・工具の摩耗が早くなる</li> </ul>
	8枚刃	

## CHAPTER

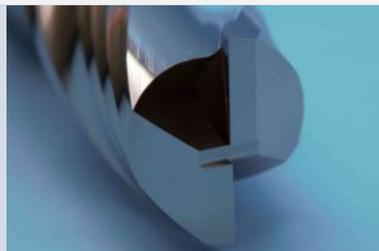
## 3

## リーマ開発・製作事例集

## ■ 目次

1.エンド刃付きスパイラルリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.17
2. 4枚刃ハイスリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.17
3. 3枚刃 超硬リーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.18
4.クレイモデル加工用 リーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.18
5.面取りリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.18
6.超硬 段付きリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.18
7.パイロット付きリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.19
8.8枚刃ハンドリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.19
9.6枚刃テーパリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.19
10.4枚刃ハイスリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.19
11.段付きスパイラルリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.20
12.バニシングリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.20
13.段付きリーマ	・ ・ ・ ・ ・	p.20

# リーマ - Reamer-



## ■ 東鋼のリーマ開発・製作

スパイラルリーマ、バニッシングリーマ、段付きリーマ等、お客様のご要望に合わせてオーダーメイド品を製作しており、航空機、医療など高精度・高品質が要求される業界にも納品しております。リーマの材質として、超硬とハイス、サーメットを中心に対応しております。お客様の製品に応じて最適な工具形状・コーティングをご提案させていただきます。

## ■ リーマの開発・製作事例



### エンド刃付きスパイラルリーマ

使用しているハイスリーマの工具寿命を伸ばしたいとのご相談があり、超硬に変更したことで、工具寿命が3倍に伸び、段取り回数も低減できました。

工具材質	超硬
被削材	S35C
業界	産業機器
サイズ	φ14×120
精度	刃径公差±0.02mm



### 4枚刃ハイスリーマ

リーマ仕上げの際にバリ除去を同時に行いたいとのご相談いただき、エンド刃を設けることにより加工時にバリを取り除けるようにしました。

工具材質	ハイス
被削材	SWCH45K
業界	輸送用機器
サイズ	φ8×80
精度	刃径公差±0.01mm



### 3枚刃 超硬リーマ

加工面の面粗度向上と工具寿命を延ばしたいとのことでご相談いただき、ねじれ角の設定とコーティング付加を実施し、工具寿命が2倍以上になりました。

工具材質	超硬
被削材	S15CL
業界	輸送用機器
サイズ	Φ6×75
精度	刃径公差±0.005mm



### クレイモデル加工用 リーマ

自動車部品のクレイモデルを加工するためのハイスリーマです。ねじれや刃の厚みを見直し、クレイが刃に付きづらい工具形状を提案しました。

工具材質	ハイス
被削材	クレイ
業界	輸送用機器
サイズ	Φ10×220
精度	刃径公差±0.02mm



### 面取りリーマ

面取り加工と内径加工を分けているのでサイクルタイムを短縮したいとのことでご相談いただき、こちらの面取りリーマを製作しました。

工具材質	超硬
被削材	SWCH12A
業界	自動車
サイズ	Φ7×70
精度	刃径公差0/-0.005



### 超硬 段付きリーマ

加工時のバリに困っているとのことでご相談いただき、先端形状をローソク型に設定しバリを低減したため、バリ取り工程を無くすことができました。

工具材質	超硬
被削材	KPS201
業界	輸送用機器
サイズ	Φ6×Φ9×60
精度	刃径公差0/-0.01



### パイロット付きリーマ

ワークの面粗度を改善したいとのことでご相談いただき、被削材や加工条件に合わせてねじれ角やマージンを見直したことで工具品質を向上させました。

工具材質	ハイス
被削材	アルミ
業界	自動車
サイズ	Φ8×Φ6×114
精度	刃径公差±0.005mm



### 8枚刃ハンドリーマ

真鍮のバリ取りでハンドリーマを使用したいとのことでご相談があり、ワーク寸法に合わせて工具を設計したことで、バリ取り時間を短縮できました。

工具材質	ハイス
被削材	C3604BD
業界	インフラ
サイズ	Φ15×105
精度	刃径公差+0.02/0



### 6枚刃テーパリーマ

海外製テーパリーマの精度が安定しないとのことでご相談があり、溝形状やマージンを適切に設定することで精度向上と長寿命化を実現しました。

工具材質	超硬
被削材	S55C
業界	自動車
サイズ	Φ10×95
精度	刃径公差0/-0.01



### 4枚刃ハイスリーマ

コーティング付きで刃径公差±0.005以内に抑えたリーマ製作のご依頼があり、薄膜コーティングを採用することで指定の公差内に抑えて製作しました。

工具材質	ハイス
被削材	SWCH45K
業界	自動車
サイズ	Φ8×80
精度	刃径公差0/-0.01



### 段付きスパイラルリーマ

ねじれ溝によって切屑の排出性を向上させびりんの発生を抑制できるスパイラルリーマ。加工硬化が激しく粘りのある銅やSUSの加工に向いています。

工具材質	ハイス・超硬
被削材	真鍮、アルミ、快削鋼 他
業界	その他
サイズ	—
精度	刃径公差±0.005mm



### バニシングリーマ

下穴の加工面の面粗度を向上させるバニッシュ効果を与えるバニシングリーマ。多段穴仕上げ加工を一度に行うことで工程集約が可能です。

工具材質	ハイス・超硬
被削材	真鍮、アルミ、快削鋼 他
業界	その他
サイズ	—
精度	刃径公差±0.005mm



### 段付きリーマ

刃部が段付き形状になっており径が異なる複数の下穴を一度に加工できることが、段付きリーマの特徴です。これにより、工程集約が可能です。

工具材質	ハイス・超硬
被削材	真鍮、アルミ、快削鋼 他
業界	その他
サイズ	—
精度	刃径公差±0.005mm



**株式会社東鋼**

〒113-0033 東京都文京区本郷5-27-10

[TEL]03-3815-5811 [WEB]<https://www.toko-tool.co.jp/>