

“实现大幅降低“直雕”的加工成本与缩短产品交期”



UDC Series

超硬（脆性材料）直雕加工用立铣刀/钻头

为能够更好地使用UDC系列的产品、
特此总结了用法上的要点。

核心使用法



UNION TOOL CO.

UDC系列—使用上的区分

根据用途，选择合适的工具非常重要



高效率
粗·中精加工

【H系列】
(全新刀刃处理)

UDCBH
UDCLBH

NEW

UDCRRS

重视加工面

【F系列】

UDCBF
UDCLBF

UDCLRSF

控制初期成本
超硬加工

UDCB
UDCLB

UDCLRS

钻孔

UDCMX

螺纹加工

UDCT

球

圆角

加工案例（粗加工～中精加工～精加工）

通过选择合适的刀具，既可以保证加工精度，同时也可以提高加工效率。

～ 锥齿轮的加工案例 ～

粗加工～中精加工：UDCLB
精加工：UDCLBF



<加工条件>

被削材：硬质合金 VU-70 (83HRA)
加工尺寸：Φ44 x 12.75 mm
冷却方式：气冷

工程名	工具形状	型番・サイズ	回転数 (min ⁻¹)	送り速度 (mm/min)	軸方向 a _p (mm)	径方向 a _e (mm)	仕上げ代 (mm)	工具本数	切削時間
荒	2枚刃ロングネックボール	UDCLB R2×L8	8,250	300	0.5	0.2	0.03	3	2:12:31
		UDCLB R2×L10	8,250	300	0.5	0.2	0.03	2	0:29:24
中荒	"	UDCLB R1.5×L6	11,000	280	0.38	0.15	0.03	1	0:22:33
		UDCLB R1.5×L10	11,000	280	0.3	0.15	0.03	1	0:23:27
中仕上げ	"	UDCLB R1.5×L10	11,000	280	(0.005)	—	0.015	1	1:08:35
		UDCLB R1.5×L10	11,000	280	(0.002)	—	0.005	1	1:36:52
隅取り	"	UDCLB R1×L6	16,500	420	0.12	0.05	0.015	1	0:52:28
		UDCLB R1×L8	16,500	420	0.12	0.05	0.015	1	0:49:56
		UDCLB R1×L8	16,500	420	0.09	—	0.005	1	1:09:32
仕上げ	2枚刃ハイグレード ロングネックボール	UDCLBF R1×L8	20,000	200	—	0.12	0	1	0:41:20
	"	UDCLBF R1×L8	20,000	200	(0.001)	—	0	2	3:39:54
	"	UDCLBF R1×L8	20,000	200	0.09	—	0	—	0:34:00
	"	UDCLBF R1×L8	20,000	200	—	0.08	0	1	1:04:00
Total								16	15:04:32

共使用16支刀具，15小时完成加工

(在初期试加工中一共使用了30支刀具，35小时完成加工・・・大约减少了60%的加工时间！)

NEW

依据产品形状，
使用新发售的UDCRRS刀具，
可以大幅改善粗加工的效率。
(案例介绍在第16、17页)



超硬材料的差异【分类】

超硬材料可依据结合成分，WC平均粒度及硬度被分类。

超硬材料的分类（按照TAS 日本机械工具工业会的标准）

TAS 7000 按照耐磨耗・耐冲击工具用的硬质合金以及超微粒子硬质合金材料的选择基准而甄选的。

- 按照元素结合的种类，可以把硬质合金材种分为3大类，其次按照WC平均粒度再分成4类，最后，在此之上结合8种不同的硬度标准组成材料分类的记号。
- 与JIS B 4053无关。

例) V M - 40

记号	结合成分
V	Co
R	Co / Ni
N	Ni

记号	WC平均粒度 (μm)
F	1.0未満
M	1.0以上 2.5未満
C	2.5以上 5.0未満
U	5.0以上

记号	公称硬度 (HRA)
10	93以上
20	92以上 93未満
30	91以上 92未満
40	89以上 91未満
50	87以上 89未満
60	85以上 87未満
70	82以上 85未満
80	82未満

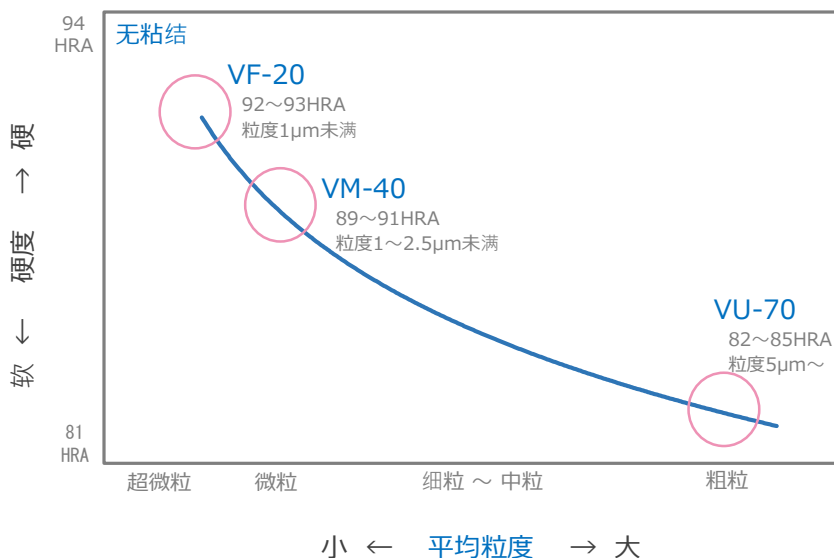
超硬材料的差异【特性】

超硬材料的种类不同，其特性（加工性）也会有很大的区别

材种分类记号的例子

记号	结合成分	WC平均粒度 (μm)	公称硬度 (HRA)
VF-10	Co	1.0未満	93以上
VF-20	Co	1.0未満	92以上 93未満
VF-30	Co	1.0未満	91以上 92未満
VM-40	Co	1.0以上 2.5未満	89以上 91未満
VU-70	Co	5.0以上	82以上 85未満

超硬材料的平均粒度与硬度的关系



超硬材料的差异【去除体积】

基于性能（刀具形状，刀具寿命等）的考量，
推荐选择特性较好的材料

～ 去除体积的比较 ～

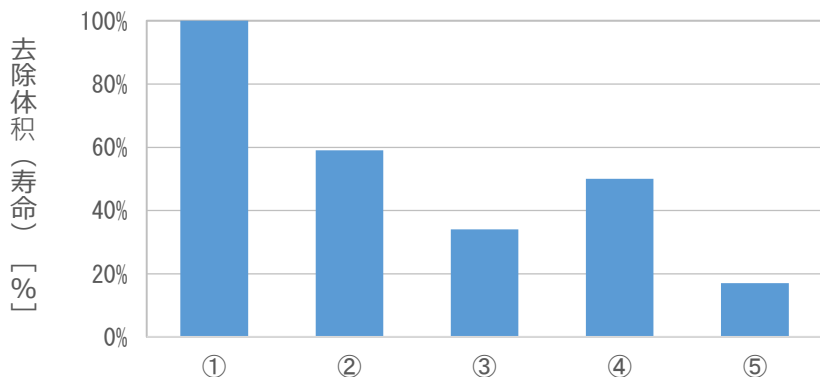
<加工条件>

使用工具 : UDCB 2010-0070 (球R0.5) n : 30,000 min⁻¹
被削材 : 各种超硬材料 (详见下表) Vf : 300 mm/min
冷却方式 : 油雾 ap : 0.1 mm
加工方法 : 型腔加工 ae : 0.05 mm

超硬材料	记号	密度 g/cm ³	硬度 HRA	抗折损力 MPa	压缩强度 MPa	钴量※ %	粒度 μm
①	VF-20	14.1	92.5～ 93.0	4,500～ 5,000	—	12.0	0.5
②	VM-40	14.7	90.0	3,240	4,700	8.8	2～3
③	VM-40	14.3	89.0	3,400	—	13.6	—
④	VM-50	14.2	87.5	3,160	4,070	15.1	—
⑤	—	13.1	83.0	2,660	2,800	28.9	—

※内部测定

比较除去体积（①为100%）



※ 根据使用的工具系列・工具形状等比率会发生变化

加工机器的差异

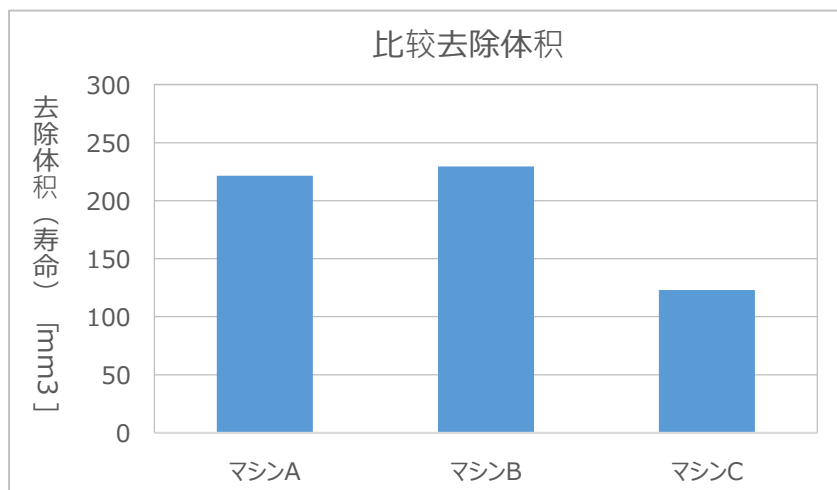
加工机器的差异，会使加工品质与工具寿命出现差别

～ 去除体积的比较 ～

<加工条件>

使用工具 : UDCB 2010-0070 (球R0.5)
被削材 : 硬质合金 VM-40
冷却方式 : 气冷 (各加工机的调整程度相同)
加工方法 : 型腔加工 (8.2mm³)

		加工机A	加工机B	加工机C
转速	min ⁻¹	30,000		
进给	mm/min	300		
ap	mm	0.1		
ae	mm	0.25		
工数	个	27	28	15
去除体积	mm ³	221.4	229.6	123.0



加工机器的差异（补充说明）

因为超硬加工的切削阻力较大，推荐选择钢性较高的加工机器

～ 关于沟加工切削阻力的比较 ～

<加工条件>

使用工具 : UDCB 2010-0070 (球R0.5)

被削材 : 硬质合金 VM-40

模具钢 SKD11

冷却方式 : 气冷

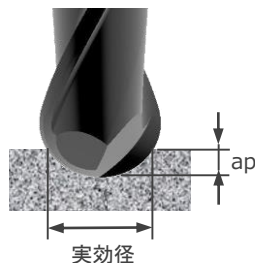
加工方法 : 直线沟切削加工

→ 测定刀具轴直角方向的切削阻力

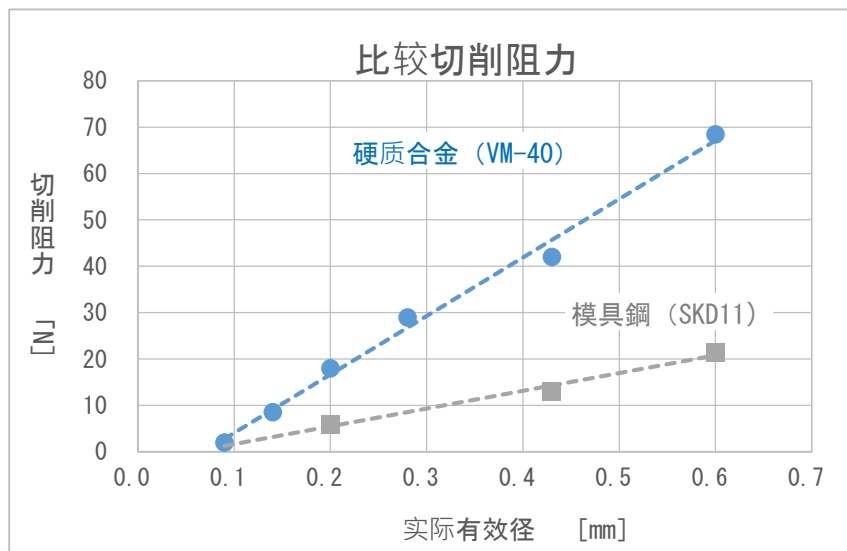
n : 30,000 min⁻¹

V_f : 300 mm/min

a_p : 2、5、10、20、
50、100 μ m



- ◆ 硬质合金的切削阻力约为模具钢的3.5倍
- ◆ 切削阻力会根据实际有效径长度，成比例扩大



不同的冷却方式，会让加工寿命出现较大的差异。

～ 去除体积的比较 (粗加工) ～

<加工条件>

使用工具：UDCB 2010-0070 (球R0.5)

被削材：硬质合金 VM-40

冷却方式：水溶性、油雾、气冷

加工方法：型腔加工

n : 30,000 min⁻¹

Vf : 300 mm/min

ap : 0.1 mm

ae : 0.05 mm

<30mm³加工后的损伤状态>

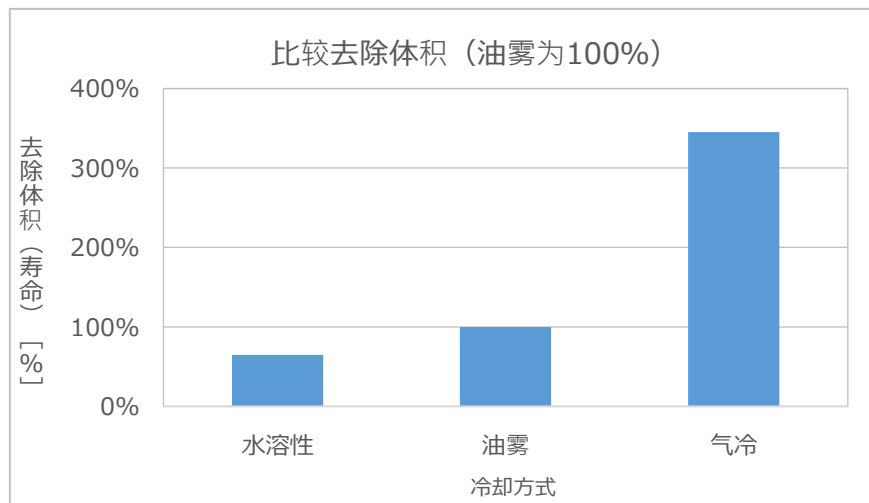
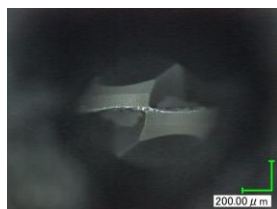
水溶性切削油



油雾



气冷



加工条件与加工环境【切削量】

根据被削材的种类，需要相应地调整切削量 a_p 、 a_e 。
对于硬度较高的材料、通过降低 a_p 、提高 a_e 可以改善工具寿命
(球刀场合)

～ 切削量 ($a_p \cdot a_e$) 的差异所带来的影响 ～

<加工条件>

使用工具：UDCB 2010-0070 (球R0.5)

被削材：硬质合金 VM-40

冷却方式：油雾

加工方法：型腔加工

n : 30,000 min⁻¹

V_f : 300 mm/min

a_p : 参照下表

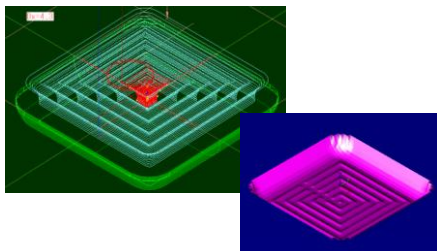
a_e : "

切削量的条件

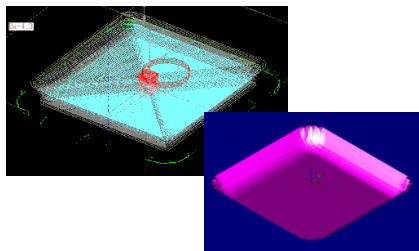
	a_p	a_e
条件A	0.05	0.30
条件B	0.10	0.05

(mm)

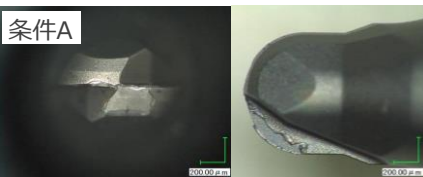
条件A 除去效率：1.88mm³/min



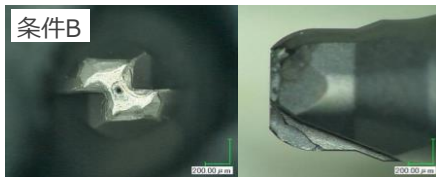
条件B 除去效率：1.21mm³/min



<达到使用寿命后的损伤状态>



整体寿命：100%



整体寿命：42% (条件A为100%)

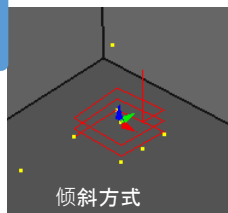
加工条件与加工环境 【关于“进给速度2”的活用】

良好地设定“进给速度2”可以大幅改善工具的使用寿命

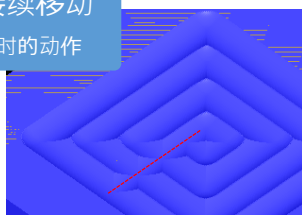
※ “进给速度2”过小刀具寿命也可能较短,请注意。(请参照目录条件)

使用了“进给速度2”的“方式”“接续移动”别分是什么？

◆ 方式
切削动作



◆ 接续移动
变轨时的动作



～ 不同“进给速度2”的比较 ～

<加工条件>

使用工具：UDCLB 2030-1400 (球R1.5)

被削材：硬质合金 VM-40

冷却方式：气冷

加工方法：型腔加工

n : 27,500 min⁻¹

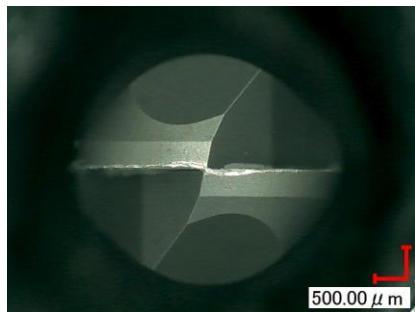
Vf : 220 mm/min

ap : 0.125mm

ae : 0.33mm

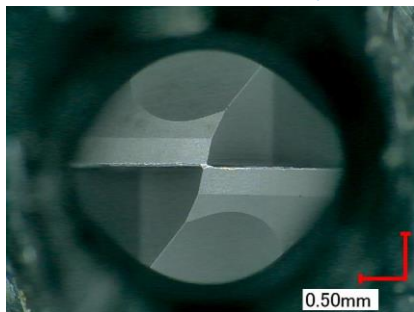
<加工120mm³的损伤状态>

进给速度2：22mm/min



整体去除体积：120mm³

进给速度2：110mm/min



整体去除体积：600mm³



大幅改善寿命！（5倍）

加工条件与加工环境【加工行程】

根据加工方式（切削动作）的不同、工具的损伤会出现较大差异

～ 不同加工方式（切削动作）下的影响 ～

<加工条件>

使用工具：UDCB 2010-0070（球R0.5）

n ：30,000 min⁻¹

被削材：硬质合金 VM-40

V_f ：300 mm/min

冷却方式：油雾

a_p ：0.1 mm

加工方法：型腔加工（10mm³）

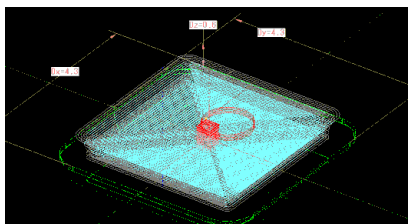
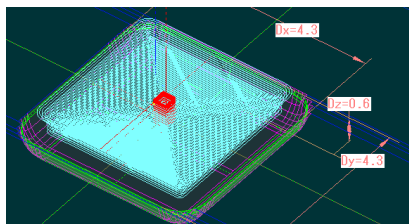
a_e ：0.05 mm

加工方式（切削动作）的条件

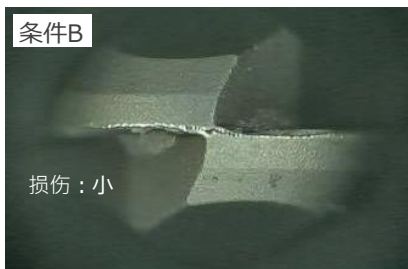
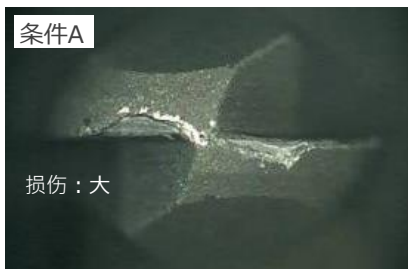
	内容
条件A	•从最初的切削开始倾斜
条件B	•最初的加工方式为螺旋加工 •朝直径方向展开时，进给速度降到30

条件A 去除效率：1.81mm³/min

条件B 去除效率：1.21mm³/min



<加工10mm³后的损伤>



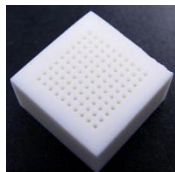
UDC系列的展开图

- (钻头) 钻孔加工
- (螺纹铣刀) 螺旋切削加工

专业工具
倒角·先导孔加工



陶瓷部品



特殊加工

穴明け・
ねじ切り

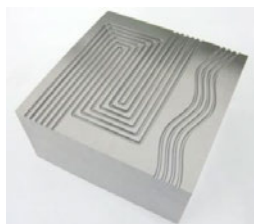
部品加工
＜脆性材＞

UDC
シリーズ

超硬金型

＜各種部品用＞

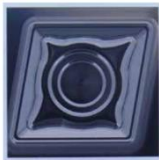
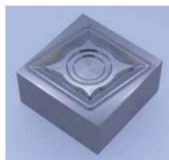
- 燃料电气分离器等汽车用部品
- 透镜



超硬金型

＜粉末プレス用＞

- 超硬刀片
- 陶瓷烧结体

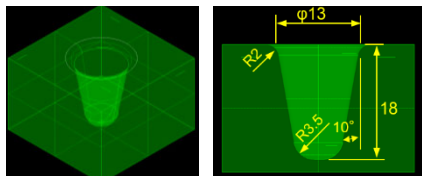


随着超硬“直雕”的不断发展，现已被利用在各种领域中

“直雕”加工的优点（同放电加工比较）

<加工模型> 锥形型腔

尺寸：Φ13 x 深18mm x 前角10°、上面R2、底面R3.5



<加工条件>

使用工具：UDCLB 2060-1500（球R3）

被削材：硬质合金 VM-40

冷却方式：气冷

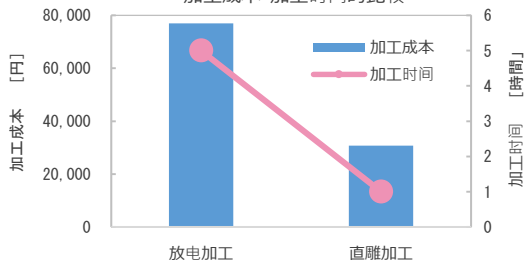
n：20,000 min⁻¹

Vf：200 mm/min

Ap：0.2mm

Ae：0.4mm

加工成本・加工时间的比较

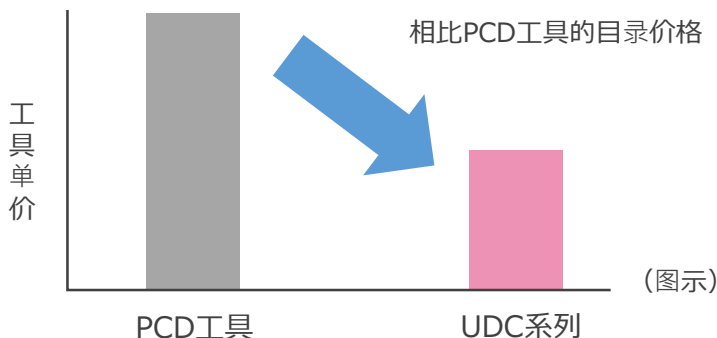


本案例中，
相比放电加工，直雕加工实现了

- ◆ 加工成本：60%降低
- ◆ 加工时间：80%降低

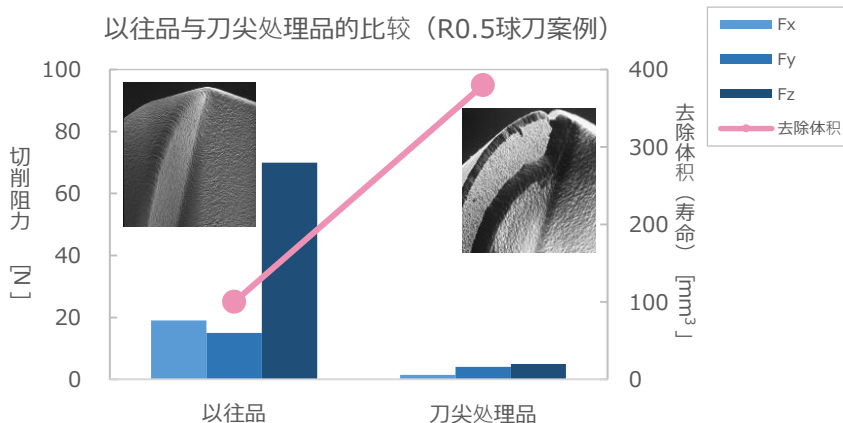
直雕加工大幅缩短了加工时间、改善了加工面粗糙度。
所以直雕加工的采用率在不断增长。

性价比优良（同PCD工具比较）



同PCD工具相比，UDC系列更具价格优势。
考虑降低加工成本时，可以尝试。

刀尖处理的优点

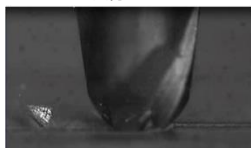


对于F系列与H系列也进行了刀尖处理。锋利的刀尖可以减轻加工负荷，延长工具寿命的同时改善加工品质。

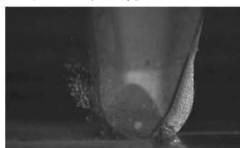
积累大量的加工技巧

◆调查切屑 (不同材料) ※高速相机

VM-40的切屑

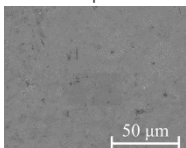


无粘连超硬切屑

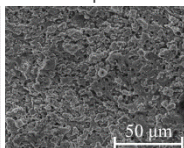


◆比较面粗糙度 (直雕 vs 放电)

Ra = 0.03 μm



Ra = 1.78 μm



◆UDC特殊品的形象



+

特殊形状的立铣刀



本公司拥有多数UDC系列的加工经验。
可以生产特殊形状的UDC刀具。请随时咨询。

(咨询电话详见最后一页)

新商品的介绍【开粗专用避空型圆角刀 UDCRRS】

实现高效率加工!

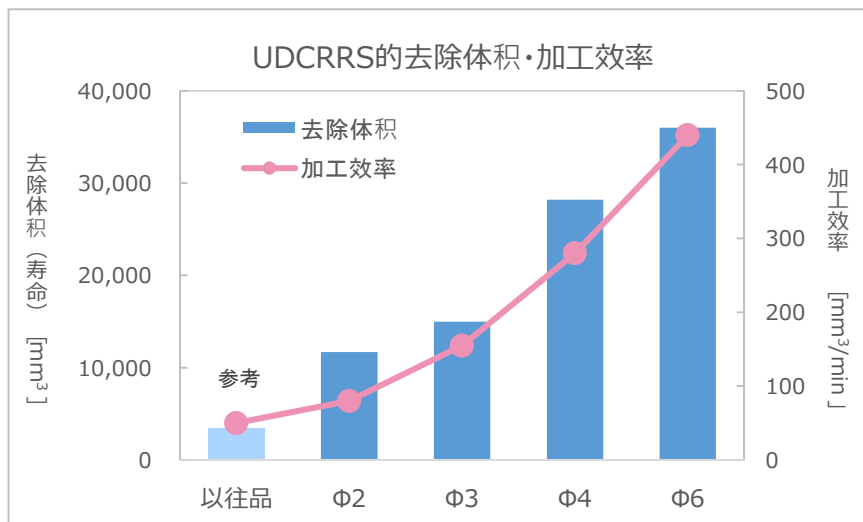
通过多刀刃（6枚刃、10枚刃）与
40°螺旋角，降低切削负荷，
加深轴方向的**切削**。



Φ2~4 : 6枚刃



Φ6 : 10枚刃



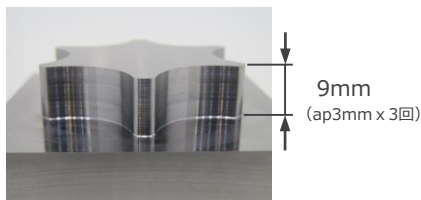
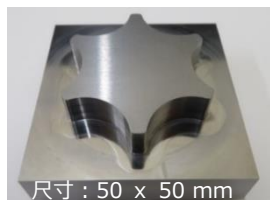
※ 以往品R1球刀的实际案例（型腔加工）

UDCRRS可以大幅改善开粗效率和去除体积

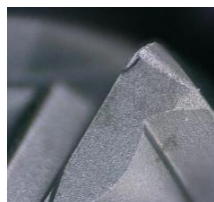
硬质合金加工案例

<加工条件> 使用工具：UDCRRS 6040-020-100 (CR0.2) n : 15,000 min^{-1}
 被削材：硬质合金 VM-40 V_f : 375 mm/min
 冷却方式：气冷 a_p : 3.0 mm
 加工时间：93 min a_e : 0.25 mm

<工件外观>



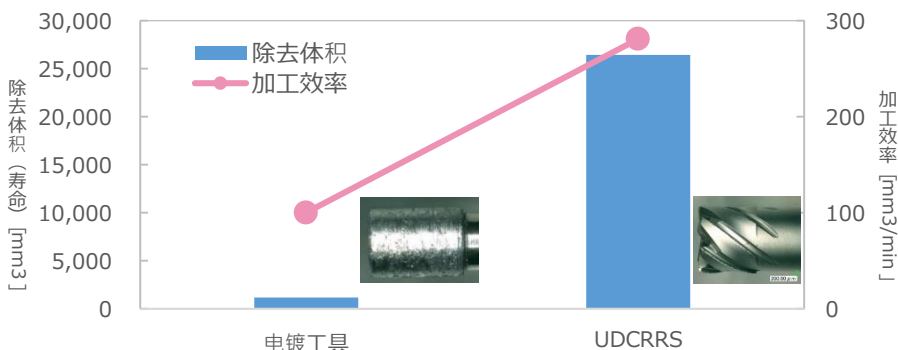
<损伤状态>



加工 15,953 mm^3 的体积后工具损伤仍然较小，可以持续加工！

～ 和电镀工具的比较 ～

工具 (Φ4)	n min^{-1}	V_f mm/min	a_p mm	a_e mm	冷却方式
UDCRRS (刃长3.2mm)	15,625	375	3	0.25	气冷
电镀工具 (电镀长5mm)	8,000	200	5	0.1	水溶性切削油



相比电镀工具，除去体积为23倍，加工效率为2.8倍。
确认是一款长寿命高效率的工具。

UDC-H系列的介绍

H系列比以往的F系列可以在更高的速度下加工。
是最适合从粗加工到中精加工的新系列。

～ H系列的特长 ～

新一代的刀尖处理

High-level Treatment

高效率

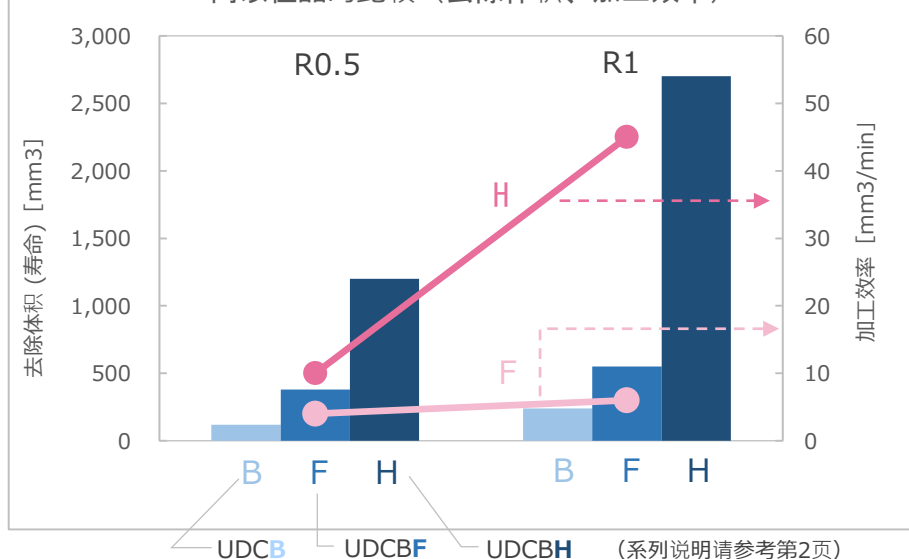
High Speed

高除去体积

High Material Removal Volume

球型 (UDCBH) 6种型号、避空型球头刀 (UDCLBH)
22种型号、今后也会继续扩大产品阵容。

同以往品的比较 (去除体积、加工效率)



※ 在硬质合金加工中，UDC-H系列通过高速加工发挥出工具的最大性能。
钢性较高的加工机也正确的使用冷却剂尤为重要。

关于网站主页的介绍

在网站主页上添加了丰富的加工案例与加工动画。
请一定要观看。

加工案例二维码 →



https://www.uniontool.co.jp/product/endmill/technical_info/case/alloy.html

UDCBF 超硬合金 荒加工事例

使用工具：2枚刃ハイグレードボール
UDCBF 2060-0420 (R3 x 4.2) 3本
被削材：超硬合金 VU-70 (83HRA)
加工サイズ：φ34 x 7 mm
(4.575 mm)
クーラント：エアブロー

被削工具	切削速度 (m/min)	送り速度 (mm/min)	By (mm)	By (mm)	加工時間
UDCBF 2060-0420	1,100	200	0.05	0.18	数分



クランク：φ4 x 40 x 20 mm

UDCB 石英ガラスの切削加工

使用工具：2枚刃ホーロー UDCB 2020-0140 (R1 x 1.4)
被削材：石英ガラス
加工サイズ：30 x 10 x 1.4 mm
クーラント：水溶性切削油

加工条件	切削速度 (m/min)	送り速度 (mm/min)	By (mm)	By (mm)	加工時間
1	20,000	200	0.1	0.1	40分
2	10,000	200	0.1	0.1	1分
3	10,000	200	0.1	0.1	3分



UDCBH (超硬合金) (加工事例)



UDCLB (超硬合金) (加工事例)



UDCLB (超硬合金) (加工事例)



UDCLB (超硬合金) (加工事例)



UDCLB (超硬合金) (加工事例)

加工動画二维码 →



<https://www.uniontool.co.jp/product/endmill/movie/alloy.html>

UDCBHのご紹介

超硬合金VM-40 (90HRA) をハイスピードで切削！

UDCLB/UDCLBF

超硬直彫りベベルギア加工

低硬度超硬合金用の切削条件最適化等により、従来より大幅に加工時間の短縮・コスト削減を実現！