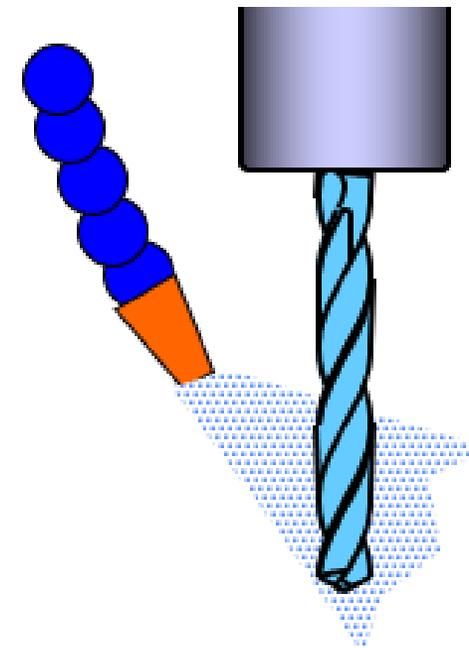


内部給油機構を持たない機械で加工する場合は、外部給油にて加工を行う必要があります。
外部給油加工を行う場合は以下の点を注意することで安定加工が可能です。

- ① 切削速度を40～90m/min以内に設定する
- ② 切削送りをカタログ中央値の80%に設定する
- ③ クーラントの供給をドリル全体にかかるようにホース位置を調整する
- ④ 可能なかぎりクーラント量を確保する（油量>圧力）
- ④ 穴深さが2 x Dを超える場合は、1mm～3mmのステップ加工を行う
- ⑤ 刃先熱を抑えるためにDMPヘッドを選択する
- ⑥ 油剤濃度を濃くする（10%程度）



誤った加工方法によるトラブルの事例



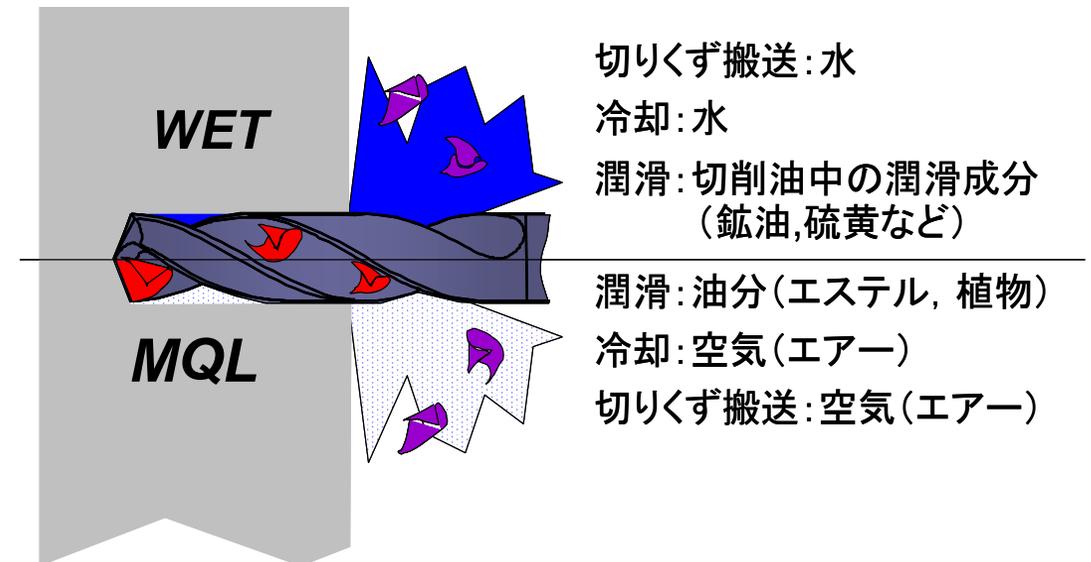
切削油の役割

「潤滑」、「冷却」、「切りくず運搬」

潤滑は刃先だけでなく、切りくずがフルートや穴壁を擦る際にも効果を発揮します。従ってクーラント量が少ない場合は切りくずの噛みこみが発生しやすくなります。外部給油環境では、この現象が顕著になります。

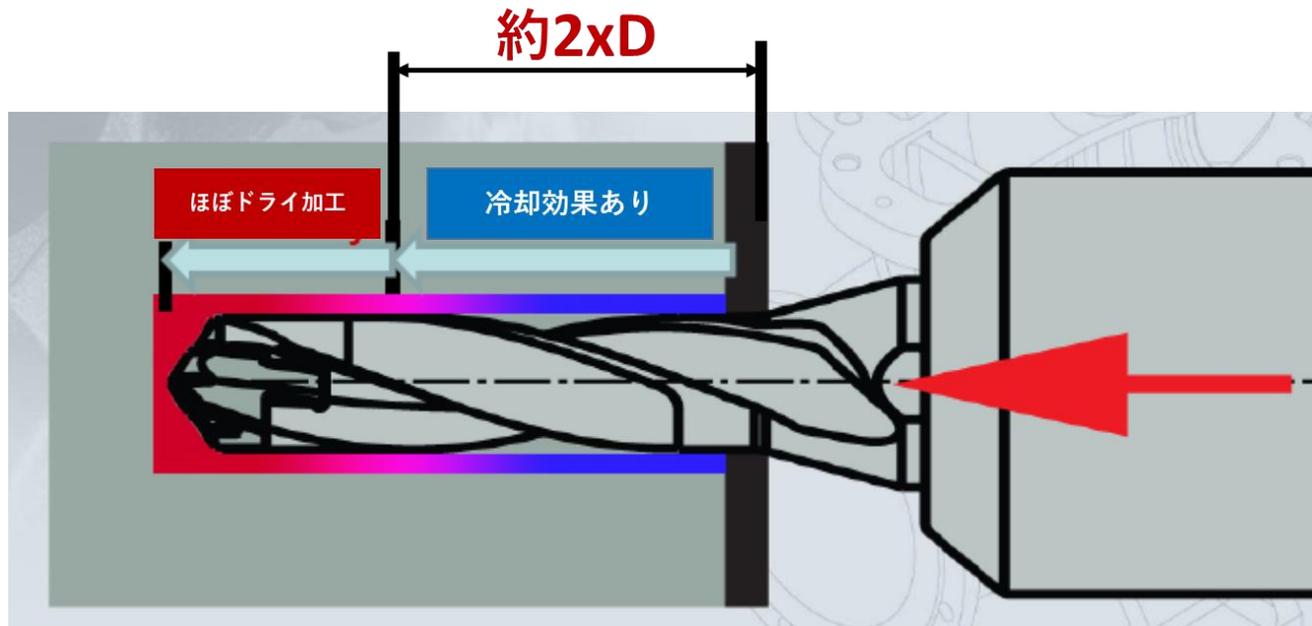
冷却は適切な切りくず処理にも影響します。刃先が高温になると切りくずが切れなくなり、伸びた切りくずが発生し、巻き付きや、切りくず詰まりの原因となります。

またドリル加工では、フルートのねじれによって切りくずを排出しますが、クーラントのよるサポートが無い場合、切りくず詰まりが発生しやすくなります。

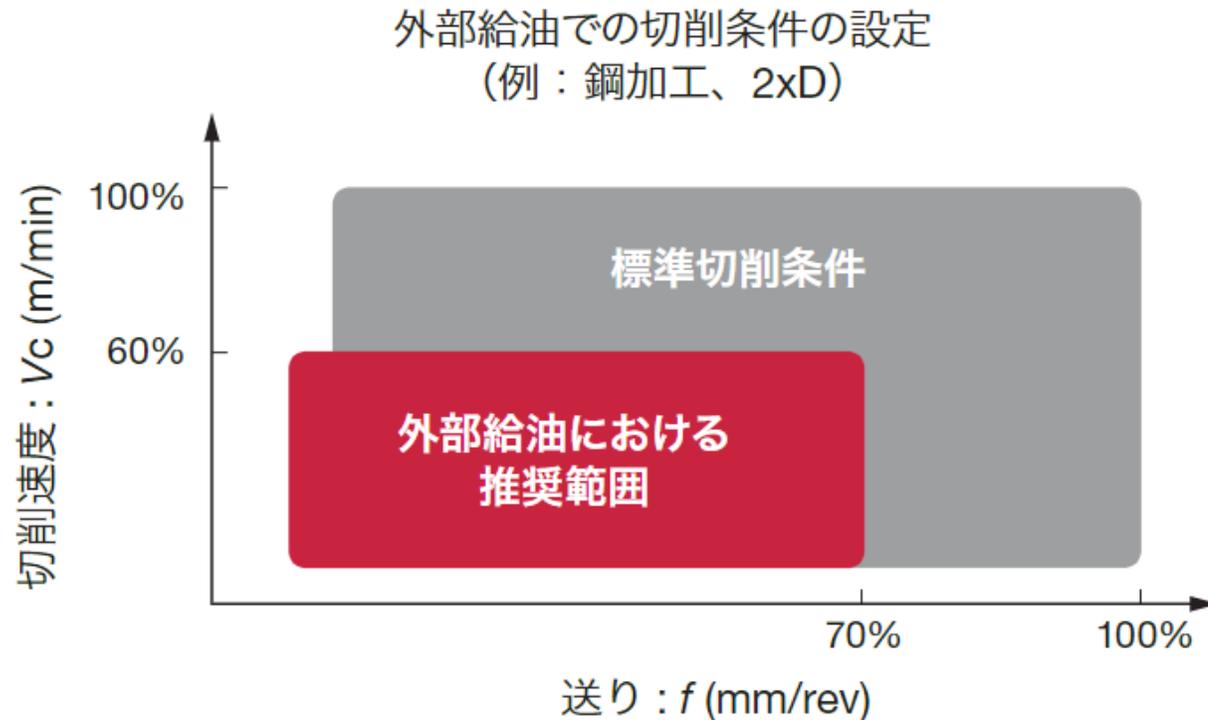


ドリルの外部給油加工はなぜ難しいのか。。。。

- 穴深さが2xDを超えた付近で外部から供給されるクーラントが刃先に届かなくなる。
- 切りくずが高温となり、フルート内で詰まりやすくなる。
- 切りくずが高温となり、切りくずが伸びやすくなる。
- 高温の切りくずが加工面やほかの切りくずと固着しやすくなり、噛みこみが発生しやすくなる。
- ドリルフルートのポンプ効果のみで切りくず排出する必要がある。



条件設定の基礎



カタログ推奨値に対して速度低め、送りは中くらいがポイントなんですね！



鋼や鋳鉄などでは穴深さ2xDまではステップ加工なしでの加工が可能となります。
刃先熱抑制のために、切削速度を低めに設定することが安定加工のポイントです。
SUS材や、Ti材など耐熱鋼では刃先熱がこもりやすいため、最初からステップ加工が必要となります。

DrillMeister 外部給油加工におけるポイント

試験結果

S55Cの場合

加工機械：ROBODRILL BBT30、クーラント外掛け（ホース一本のみ）

工具：TID100F16-3 / DMP100 AH9130

OKの条件：一条件当たり10穴を連続加工し、異音、折損無き事

穴深さ **2xD**
ステップ無

Vc [m/min]	120	OK	異音発生				
	100	OK	OK	異音発生			
	80	OK	OK	OK	OK	OK	工具破損
	60	OK	OK	OK	OK	OK	工具破損
		0.1	0.13	0.15	0.17	0.2	0.25
		fz [mm/rev]					

加工深さが違うだけでこんなに加工できる範囲がちがうとは、、、

穴深さ **3xD**
ステップ無

Vc [m/min]	120						
	100	異音発生	異音発生				
	80	OK	OK	異音発生	工具破損		
	60	OK	OK	OK	OK	工具破損	
		0.1	0.13	0.15	0.17	0.2	0.25
		fz [mm/rev]					



2XDまでは比較的標準切削条件内でも加工可能です。3XDになると高切削速度領域での加工が難しくなります。外部給油での刃先冷却が届かなくなる**3XDでは加工領域が狭く、Vc-60以上ではほぼ加工できません。**送りよりも切削速度の影響のほうが大きいいため、比較的低速で加工することが有効となります。

DrillMeister 外部給油加工におけるポイント

試験結果

FCD600の場合

加工機械：ROBODRILL BBT30、クーラント外掛け（ホース一本のみ）
 工具：TID100F16-3 / DMP100 AH9130
 OKの条件：一条件当たり10穴を連続加工し、異音、折損無き事

穴深さ **2xD**
ステップ無

Vc [m/min]	140	OK	OK	OK	異常振動		
	120	OK	OK	OK	異常振動		
	100	OK	OK	OK	OK	OK	異常振動
	80	OK	OK	OK	OK	OK	振動発生
		0.15	0.17	0.2	0.25	0.27	0.3
		fz [mm/rev]					

穴深さ **3xD**
ステップ無

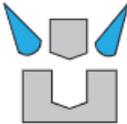
Vc [m/min]	140	振動大			異常振動		
	120	OK	OK	OK	異常振動		
	100	OK	OK	OK	OK	OK	工具破損
	80	OK	OK	OK	OK	OK	振動発生
		0.15	0.17	0.2	0.25	0.27	0.3
		fz [mm/rev]					

鋼に比べるとだいぶ加工
範囲が広いんですね！



外部給油環境でも2XD、3XDともに広い領域で加工可能です。高速切削ではやや加工領域が狭くなります。切削抵抗が低く、切りくずも詰まりずらい鋳鉄加工では、鋼材よりも加工領域が広がります。ただし、刃先溶着が発生しやすいため、寿命面を鑑みると速度を低めに設定するほうが安全です。

外部給油環境におけるヘッドの選択

	汎用	高精度穴用 深穴用	座繰り穴用	刃先強化タイプ	非鉄金属用
ドリルヘッド					
	DMP	DMC	DMF	DMH	DMN
外部給油 	★	☆	☆	☆	

刃先熱を抑えるためにDMPが第一推奨となります。

外部給油環境におけるボディの選択

ねじれフルートタイプ



ストレートフルートタイプ

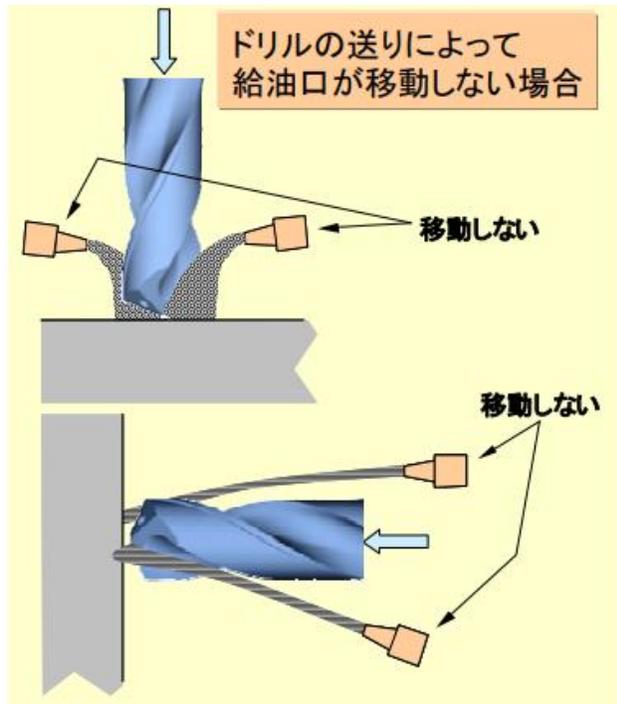


推奨

切りくず排出性に優れるねじれフルートタイプが推奨となります

効果的な外部給油のためのポイント

外部給油ドリルで切削油を供給する際には常に加工穴の入り口に切削油がかかっている状態にすることで加工中に切削油切れを起こさないようにする必要があります。



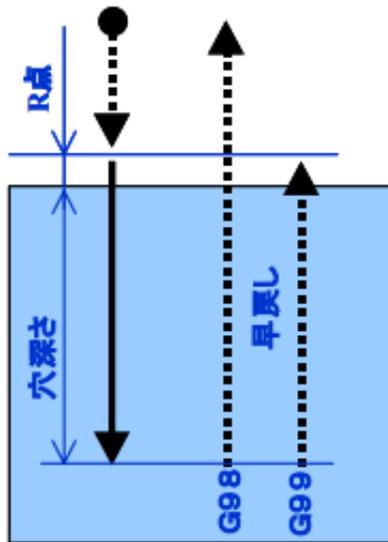
1. 吐出先をドリル加工点に合わせてください。
2. 穴入り口に向けて勢いよく吐出してください。
3. ホルダなどでクーラントが阻害されないか確認してください。
4. 供給量が重要です。
5. ホースに余裕がある場合は、フルート部にもかけてください。

外部給油時に有効な加工程序

通常はG81でプログラムされています

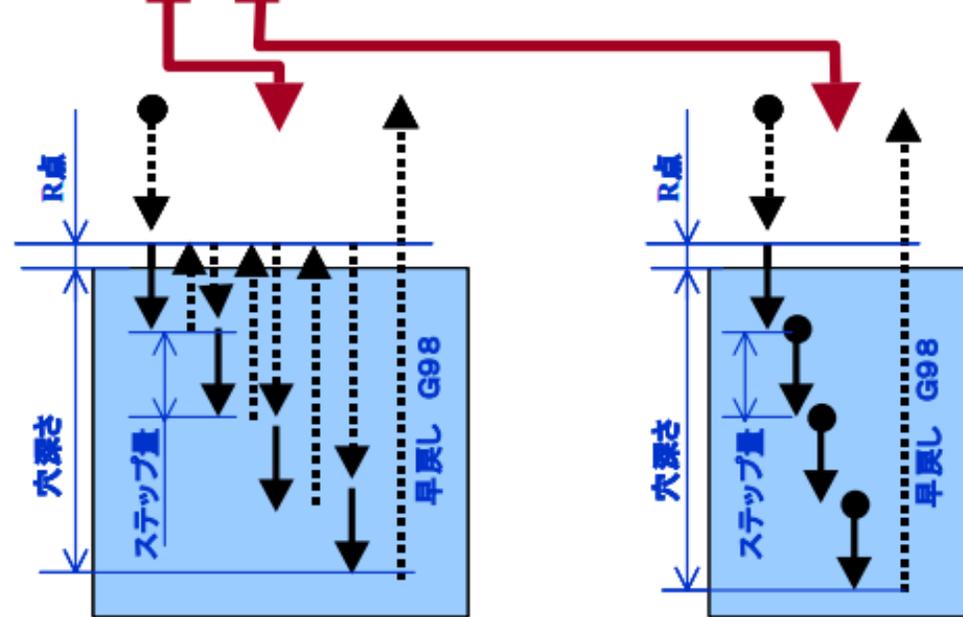
G83, G73でステップ加工が可能です

G81 G98 Z-100.0 F200 R3.0;



G81 穴あけ加工サイクル

G83(G73) G98 Z-120.0 F200 R3.0 Q5.0;



G83 深穴加工サイクル

G73 高速深穴サイクル

ステップサイクル (工具が指定した距離だけ加工点から戻って加工するサイクル)

メリット

戻り量によってフルート内の切りくずをいったん排出できるため、**切りくず詰まりに強い**
工具がワークから離れるため、刃先まで油剤が届きやすく**冷却効果が高い**

デメリット

縦型MCだと、刃先の切りくずを噛みこんでしまい、突発欠損のリスクがある
戻り量があるため加工能率は下がってしまう

ドゥエルサイクル (工具を一点時間回転したまま送りゼロとし、時間経過後再度加工を開始する)

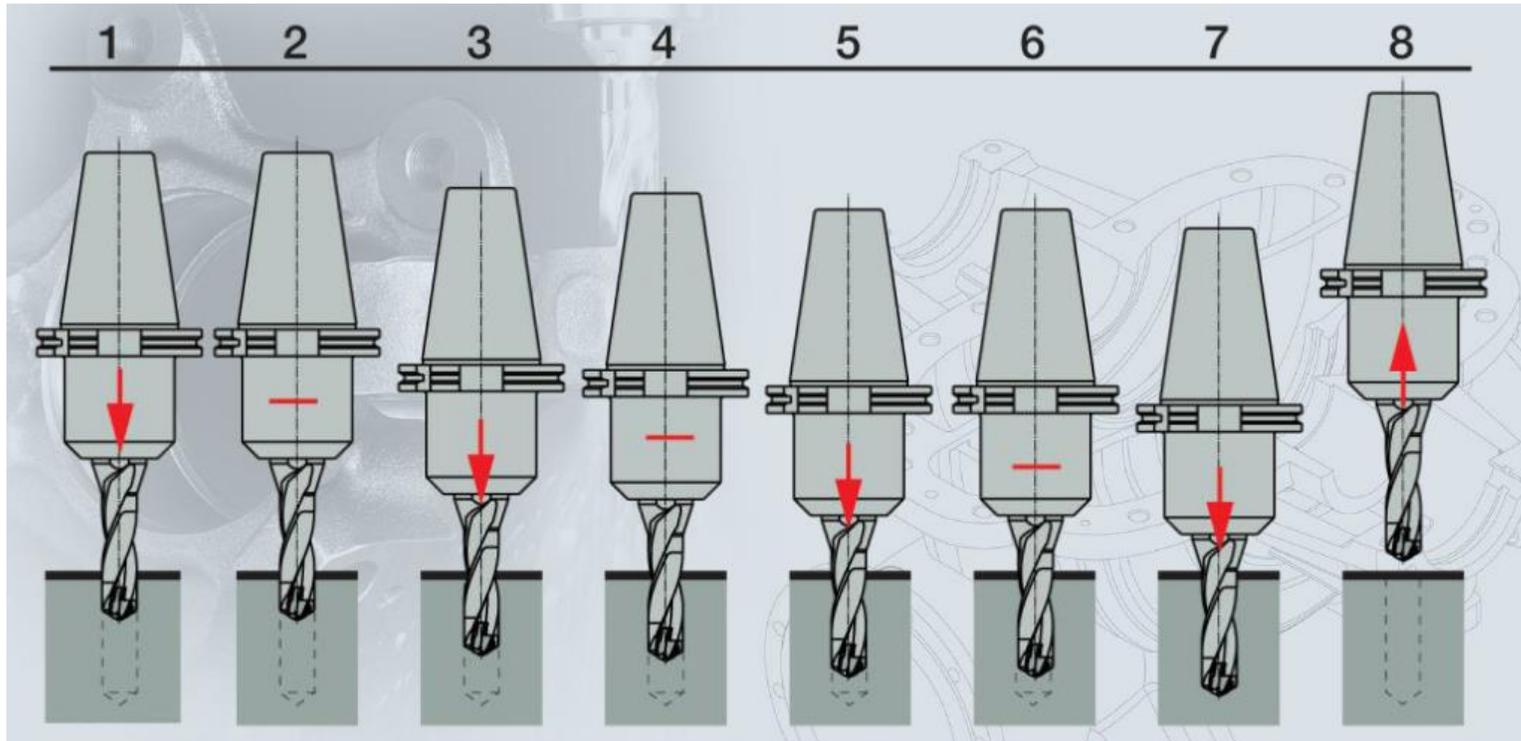
メリット

戻り量がないために、加工能率が犠牲になりずらい。
穴底への切りくず噛みのリスクが少ない。縦型MCの場合特に有効である。

デメリット

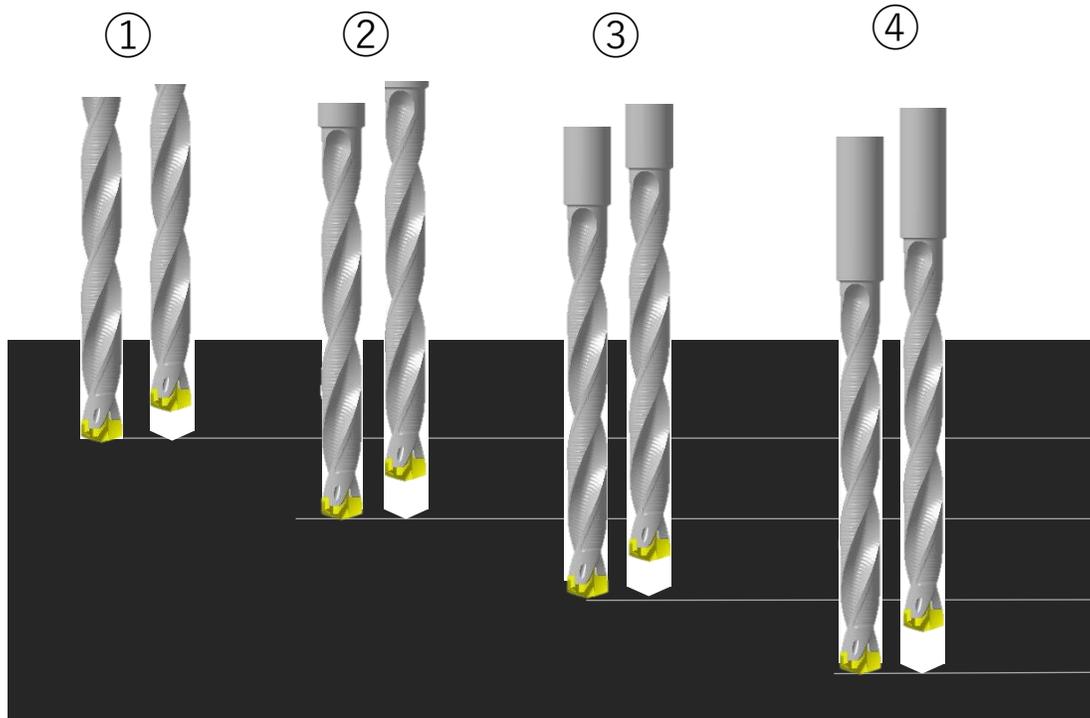
ワークと刃先の隙間ができないため、刃先冷却効果はステップに劣る
切りくずがフルートに残留しやすい場合は、送り停止時間を長くとることが必要となる

ドゥエルサイクル



- 指定の加工距離加工後にその場で一定時間送りをゼロにする加工方法です。
- ドゥエル加工では加工停止時間を指定できます。
- 加工停止時間を長く確保することでフルート内の切りくずを排出しやすくなります。
- また切れ刃がワークから離れないため、切りくず噛みこみのリスクを低減できます。

ステップサイクル①



ステップで進む距離

$$\textcircled{1} = \textcircled{2} = \textcircled{3} = \textcircled{4}$$

ステップ量目安

ボディ型番	1ステップ 当たりの加工深さ
TID060-099	0.5mm
TID100-199	0.5mm ~ 2mm
TID200-259	1mm ~ 2mm

ここが技術ポイント！

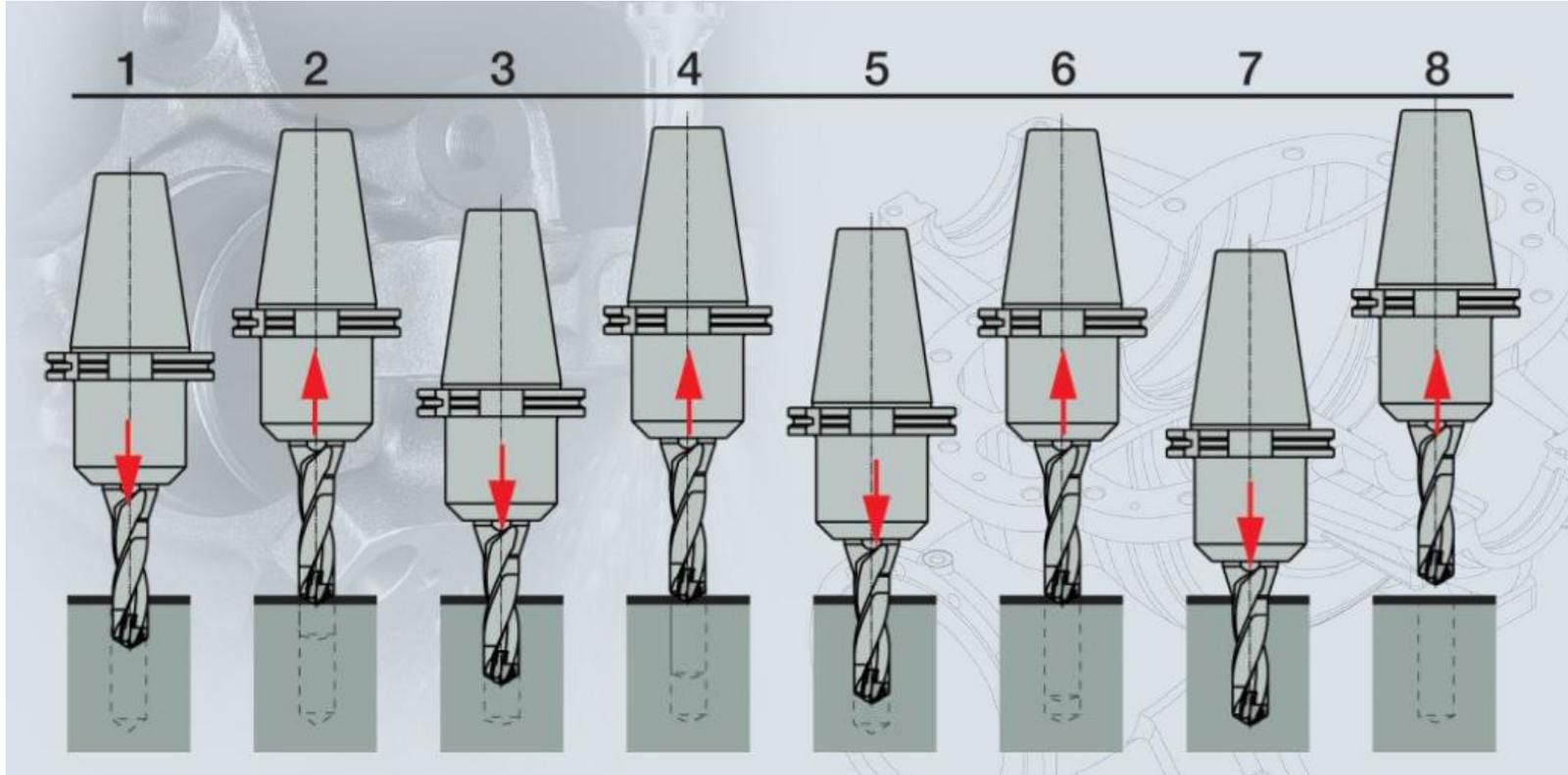
f [mm/rev]x 5 が目安になります。

切りくずの出る量を制御することが目的なので、

5回転分程度の切りくずにすることで比較的詰まらず排出できます

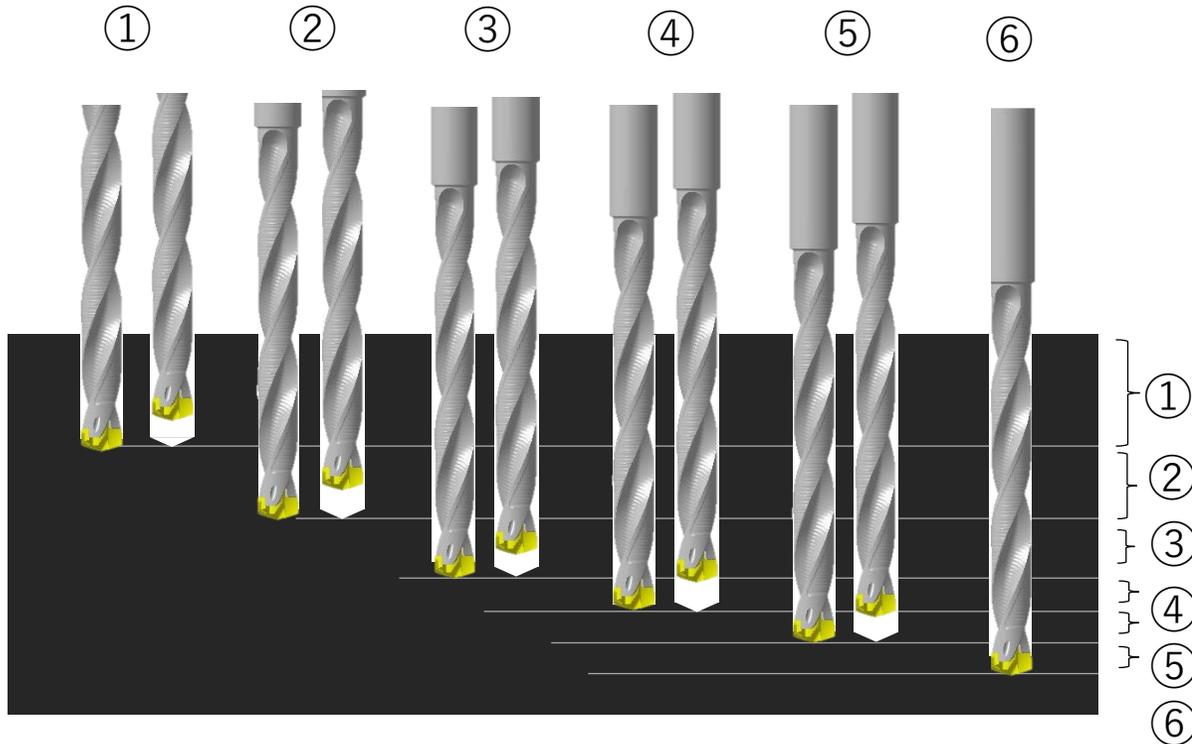
穴深さ毎に穴底から0.3mm程度引き戻して加工する方法です、
引き戻す量（Q）を大きくしすぎると切りくず噛みのリスクが高まります。
SCMやS45C、FCDなど切りくず処理が容易なワークに有効です。

ステップサイクル②（給油量が少ない場合、深穴の場合）



クーラント量が十分確保できない場合に、工具を完全にワークから抜いて加工する方法です。加工穴深さが8Dを超える場合や、SS材やSUSなど切りくずが伸びやすいワークでも効果的です。クーラントが穴奥に入るため、少ないクーラントでも刃先熱の抑制が可能です。また切りくず排出が容易となります。

ステップサイクル③（加工能率、寿命を優先する場合）



ステップで進む距離

$$\textcircled{1} > \textcircled{2} > \textcircled{3} > \textcircled{4} = \textcircled{5} = \textcircled{6}$$

ボディ型番	加工方法目安
TID060-099	0.5XD以降ステップ加工
TID100-199	1xD以降ステップ加工
TID200-259	1XD以降ステップ加工

※S45Cを目安とした場合です

加工深さ毎にステップで進む距離を変える方式です。快削材料に有効です。
適切なステップ長を選択することで刃先食いつき回数も軽減され、寿命延長効果が期待できます。
また工具の戻り時間が減り、加工能率の低下を最小限にすることができます

DrillMeister外部給油加工におけるポイント

S45C, S30Cなどの炭素鋼 SCM440, SCM420などの合金鋼

	給油量が多い	給油量が少ない
2xD	一発加工可能	ステップサイクル③
3xD	ドゥエルサイクル①	ステップサイクル①
5xD	ステップサイクル③	ステップサイクル②
8xD以上	ステップサイクル②	ステップサイクル②

SS400, S10Cなどの低炭素鋼 SUS304, SUS316などのステンレス加工

	給油量が多い	給油量が少ない
2xD	ステップサイクル①	ステップサイクル②
3xD	ステップサイクル①	ステップサイクル②
5xD	ステップサイクル②	ステップサイクル②
8xD以上	ステップサイクル②	ステップサイクル②

状況に合わせて加工方法をえらぶことができればベストですね



DrillMeister外部給油加工におけるポイント

外部給油加工用ボディ

TID***R**-2E



	標準価格設定
TID120F16-1.5	34,400
TID120R14-2E	29,300
TID120F16-3	39,200

外部給油用ボディは1.5xDボディと比べても**15%もお買い得**なんですね！



外部給油加工時にはDrillMeister 外部給油用ボディを使ってみてください。
 設定金額が安く設定されているため、有効です。
 またラウンドシャンク設定なので、ソリッドドリル、HSSドリル切り替え時に
 新規ホルダ購入が不要となるケースが多いです

加工事例

**SCM415H、外部給油環境、穴深さ2xD相当
高能率加工・長寿命化を実現！！**

		Tungaloy	他社
工	ボディ	TID120R14-2E	HSSドリル
	ヘッド	DMC120	
	材種	AH9130	
切	穴径 φDc (mm)	12	
	穴深さ H (mm)	20	
	切削速度 Vc (m/min)	50	30
	送り f (mm/rev)	0.07	0.07
	テーブル送り Vf (mm/min)	93	53
	クーラント	外部給油	外部給油
	工具寿命 [m/ヘッド]	100	20

部品	継ぎ手
部品材質	SCM415H
加工形態	貫通穴
機械	専用機

従来ハイスドリルにて加工中。
 工具寿命が短く毎日工具交換が必要となっており、工具交換の手間が発生しており、DrillMeisterにて改善提案実施。
 専用機の為、外部給油方式だったが、加工穴深さが20mmと短い為、DrillMeisterの外部給油ボディとの組み合わせにてテスト実施。
 加工条件を上げ、加工時間短縮に繋がることに加え、寿命が5倍以上となり、工具交換頻度が大幅に削減。工程削減に繋がった為、切替採用決定頂きました。

加工事例

**SCM420、外部給油環境、穴深さ2xD相当
高能率加工を実現！！**

		Tungaloy	他社
工	ボディ	TID110R12-2E	HSSドリル
	ヘッド	DMP110	
	材種	AH9130	PVD
切	穴径 φDc (mm)	11	
	穴深さ H (mm)	20	
	切削速度 Vc (m/min)	70	24
	送り f (mm/rev)	0.25	0.25
	テーブル送り Vf (mm/min)	500	174
	クーラント	外部給油	外部給油
	工具寿命 [m/ヘッド]	6	2

部品	ボールねじフランジ
部品材質	SCM420H
加工形態	貫通穴
機械	MC BT50

テストタイトル：フランジ穴あけHSSドリル切替テスト
 テスト内容：ボールねじフランジの穴あけ加工HSSドリル切替テストをDrillMeister外部給油式ホルダを使用し、実施しました。
 SPEEDIOで加工しているため、センタースルーが使用できなかったため、今まではヘッド交換式ドリルを使用してきましたでしたが、外部給油式ホルダが発売されたため、テスト加工を実施しました。
 結果はHSSドリルよりも条件UP、寿命UPできたため切替採用となりました。

加工事例

		Tungaloy	
加工	ボディ	TID130F16-5	
	ヘッド	DMC134	
	材種	AH9130	
切削条件	穴径 φDc (mm)	13.4	
	穴深さ H (mm)	55	
	切削速度 Vc (m/min)	80	
	送り f (mm/rev)	0.2	
	テーブル送り Vf (mm/min)	380	
	クーラント	外部給油	
	工具寿命 [m/ヘッド]	79.2	

部品	ウェイト
部品材質	SS400
加工形態	貫通穴
機械	MC BT50

立形NCフライス

DMC134 AH9130 TID130F16-5 外部給油 新規加工

トラクター部品ウェイトSS 400 Φ13.4x55深さ穴明

加工条件；切削速度Vc80 送りf=0.2mm/rev **20mm以降ステップ1mm
 毎加工戻し1mm毎**

結果；6穴/17-ク 240個x6穴 = 1440穴・**79.2m加工長安定加工**にて好評

加工事例

**SS400材、外部給油環境、穴深さ3xD相当
高能率加工を実現！！**

		Tungaloy	他社
工	ボディ	TID105F16-3	超硬 ソリッドドリル
	ヘッド	DMP105	
	材種	AH9130	PVD
切	穴径 φDc (mm)	10.5	
	穴深さ H (mm)	30	
	切削速度 Vc (m/min)	71	30
	送り f (mm/rev)	0.2	0.06
	テーブル送り Vf (mm/min)	430	24
	クーラント	外部給油	外部給油
工具寿命 [m/ヘッド]			

部品	金型部品
部品材質	SS400
加工形態	止まり穴
機械	MC BT50

ソリッドドリル切替 DrillMeister提案
金型ワークでM12下穴φ10.5でテスト比較を実施。
加工能率17.8倍を達成。
大幅な能率改善により採用。

加工事例

		Tungaloy	他社品
工	ボディ	TID110F16-5	HSSドリル
	ヘッド	DMP110	
	材種	AH9130	
切	穴径 φDc (mm)	11	
	穴深さ H (mm)	54	
	切削速度 Vc (m/min)	60	21
	送り f (mm/rev)	0.13	0.13
	テーブル送り Vf (mm/min)	226	79
	クーラント	外部給油	外部給油
	工具寿命 [m/ヘッド]	270	54

**ダクタイル鋳鉄、外部給油環境、穴深さ5xD相当
高能率加工、長寿命を実現！！**

部品	ディスク（建機部品）
部品材質	FCD450
加工形態	貫通穴
機械	MC BT40

現状、ハイスドリルでディスクの穴あけ加工を行っている。
加工能率と段取り削減のためDrillMeisterをご提案、トライ。
外部給油のため条件は上げられないが、

HSSに対し能率3倍弱、寿命5倍となり切り替えとなりました。

加工事例

		Tungaloy	他社
工 具	ボディ	TID160F20-1.5	HSSドリル
	ヘッド	DMH160	
	材種	AH9130	PVD
切 削 条 件	穴径 φDc (mm)	16	
	穴深さ H (mm)	16	
	切削速度 Vc (m/min)	30	15
	送り f (mm/rev)	0.16	0.2
	テーブル送り Vf (mm/min)	95	60
	クーラント	外部給油	外部給油
	工具寿命 [m/ヘッド]	8	3.2

**ステンレス加工、外部給油環境 1xD相当
 高能率加工・長寿命化を実現！！**

部品	熱交換器
部品材質	SUS304
加工形態	貫通穴
機械	MC BT40

SUS304 熱交換器 1ワークあたり/56穴
 外部給油 **4mm毎のドゥウエル加工**にて500穴以上加工可能
 能率、寿命の両方でHSSドリルより上回り採用

